ESTUDIOS INTERDISCIPLINARIOS EN
EDUCACIÓN, SALUD, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

Conocimiento Aplicado para la Transformación

Ana María Sánchez Castillo
Jorge Enrique Espíndola Díaz
Luis Carlos Rodríguez Timaná
Juan de Dios Villegas Perea
Rosalina Asprilla Moreno
César Uriel Miranda Velasco
Flavio Demetrio Abarca Macedo
Mauro Octavio Tapia Cruz
Yeni Pari Yana
Luis Guillermo Jiménez Herrera
Nazly Rocío Hincapié Monsalve
Doris Isabel Acuña Medina
Piedad Felisinda Gañán Rojo
Guillermo Luis Contreras Oñate
Ángel Alberto Nava Chirinos
María Juana Hernández Flores
Maximino Sánchez Muñoz
Guadalupe Jiménez González

Editorial Corporación CIMTED

Página legal

Conocimiento Aplicado para la Transformación
Estudios Interdisciplinarios en Educación, Salud, Tecnología y Sociedad

Primera edición digital, 2026
Medellín, Colombia

ISBN: 978-628-97116-8-4

© 2026 Editorial Corporación CIMTED
Corporación Centro Internacional de Marketing Territorial para la Educación y el Desarrollo

© 2026 De los capítulos: sus respectivos autores.

Editorial Corporación CIMTED
Centro Internacional de Marketing Territorial para la Educación y el Desarrollo
Medellín, Colombia
editorialcimted.com
editorialcimted@gmail.com

Libro de investigación

Los capítulos que integran esta obra fueron sometidos a un proceso de **evaluación por pares académicos externos** previo a su aceptación para publicación. Posteriormente, los manuscritos continuaron con los procesos de revisión, organización, edición y preparación editorial correspondientes.

Las ideas, resultados, análisis, interpretaciones y conclusiones expresadas en cada capítulo son responsabilidad exclusiva de sus respectivos autores y no representan necesariamente la posición institucional de la Editorial Corporación CIMTED.

Los autores son responsables de la originalidad de sus contribuciones, de la correcta atribución de las fuentes utilizadas, de la autoría declarada y de contar con las autorizaciones necesarias para la reproducción de imágenes, tablas, instrumentos, datos u otros contenidos protegidos incorporados en sus trabajos.

Licencia

Esta obra se distribuye bajo una licencia **Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)**.

Se permite copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato, siempre que:

- se reconozca adecuadamente la autoría y la fuente de publicación;
- no se utilice el material con fines comerciales;
- no se distribuyan versiones modificadas, adaptadas o transformadas de la obra.

La licencia no afecta los derechos morales de los autores ni autoriza usos de contenidos de terceros que se encuentren incorporados en la obra bajo condiciones diferentes.

Acceso abierto

La Editorial Corporación CIMTED promueve la circulación y socialización del conocimiento académico y científico. Esta publicación se encuentra disponible en formato digital para consulta y descarga gratuita a través de los canales institucionales de la editorial.

La descarga gratuita de esta obra no implica renuncia a los derechos de autor ni autoriza su comercialización, modificación o apropiación total o parcial fuera de los términos establecidos por la licencia.

Clasificación Decimal Dewey: 001.4 – Investigación
Clasificación THEMA: GPSF – Métodos de investigación aplicada / metodología
Idioma: Español / Castellano
Formato: Libro digital descargable – PDF

Editorial Corporación CIMTED
Medellín, Colombia · 2026

Contenido

Página legal 3
Contenido 5
Nota editorial 8
Presentación 9
Prólogo 11
Introducción general 13
Autores y contacto 15
Panorama de los capítulos 17
Ruta de lectura 23
SECCIÓN I 24
Educación, formación y experiencias humanas 24

CAPÍTULO 1 25

Tendencias de investigación sobre la enseñanza STEAM en el campo aeroespacial: revisión de literatura 25

CAPÍTULO 2 53

Desarrollo y evaluación funcional de una plataforma de juegos serios para el entrenamiento de funciones ejecutivas en estudiantes de medicina 53

CAPÍTULO 3 68

Maestras, subjetividades y vínculos escolares en contexto de conflicto armado en Cauca, Colombia 68
SECCIÓN II 84
Salud, prevención y tecnologías para el bienestar 84

CAPÍTULO 4 **85**

Relación entre características económicas, hábitos alimentarios, estado nutricional y calidad de la dieta en trabajadores del sector financiero. **85**

CAPÍTULO 5 **97**

Barreras socioculturales y territoriales en la persistencia de anemia en gestantes del altiplano peruano: aproximación mixta desde datos oficiales y voces comunales **97**

CAPÍTULO 6 **113**

Educación preventiva de drogas desde farmacias comunitarias **113**

CAPÍTULO 7 **138**

Desarrollo y validación preliminar de un prototipo wearable basado en señales ECG para monitoreo fisiológico del estrés **138**

CAPÍTULO 8 **162**

Sistema híbrido basado en YOLOV8 y arquitectura en la nube para la detección y clasificación multicategórica de lesiones cutáneas dermatoscópicas **162**

SECCIÓN III **186**

Territorio, cultura, innovación y gestión **186**

CAPÍTULO 9 **187**

Capacidad de absorción e innovación en el ecosistema etnoturístico Wayuu: un enfoque desde la Teoría Fundamentada **187**

CAPÍTULO 10 **210**

El cementerio ancestral Wayuu como pieza jurídica del derecho consuetudinario: resolución de litigios territoriales y gobernanza indígena en Bahía Hondita, Alta Guajira **210**

CAPÍTULO 11 **221**

Diagnóstico de la planificación administrativa y gestión del tiempo como base para el desarrollo de un modelo de evaluación del desempeño laboral. **221**

Conclusiones generales **246**

Cierre **249**

Nota editorial

La Editorial Corporación CIMTED desarrolla su actividad con el propósito de contribuir a la circulación, visibilidad y apropiación del conocimiento académico y científico producido desde distintos campos y contextos de investigación.

Para acompañar ese proceso, la editorial cuenta con un Comité Académico y Científico y con una red de más de 150 pares evaluadores externos de diferentes áreas del conocimiento. Los manuscritos que integran esta obra fueron sometidos a evaluación por pares académicos externos antes de su aceptación. Una vez atendidas las observaciones correspondientes, continuaron con el proceso de revisión, organización y preparación editorial.

La evaluación académica y la edición cumplen funciones distintas y complementarias. La primera permite valorar la pertinencia, consistencia y aporte de cada trabajo desde criterios disciplinares; la segunda busca integrarlo en una obra coherente y legible, sin alterar la autoría, los resultados ni los alcances declarados por los investigadores.

La socialización del conocimiento forma parte de esta misma responsabilidad. Por ello, la Editorial Corporación CIMTED promueve libros académicos y de investigación de acceso y descarga gratuita, con el propósito de reducir barreras de consulta y facilitar que los resultados lleguen a investigadores, docentes, estudiantes, profesionales, instituciones y comunidades.

Calidad académica y acceso abierto se entienden aquí como propósitos complementarios: evaluar con rigor, editar con cuidado y ampliar las posibilidades de circulación de lo publicado.

Sitios institucionales

Editorial Corporación CIMTED: https://editorialcimted.com/

Libros de investigación: https://editorialcimted.com/libros-de-investigacion/

Comité Académico y Científico: https://editorialcimted.com/comite-editorial/

Publicaciones de la Editorial: https://editorialcimted.com/libros/

Memorias académicas CIMTED: https://www.memoriascimted.com/

Presentación

Este libro parte de una pregunta que atraviesa buena parte de la investigación contemporánea: ¿qué ocurre con el conocimiento después de producirlo? Los datos, los modelos y las explicaciones adquieren una dimensión distinta cuando entran en conversación con las aulas, los servicios de salud, las comunidades, las tecnologías y las organizaciones.

Investigar no consiste únicamente en describir un problema. También implica aprender a mirarlo con rigor, reconocer relaciones que antes no eran evidentes, delimitar lo que todavía no se sabe y construir herramientas que permitan avanzar. A veces ese avance adopta la forma de un diagnóstico; otras, de una propuesta educativa, un prototipo tecnológico, un modelo conceptual o una lectura más completa de una realidad. No todos los resultados llegan al mismo punto y no tienen por qué hacerlo.

Conocimiento Aplicado para la Transformación reúne once investigaciones desarrolladas desde campos y metodologías diferentes. La educación, la salud, la tecnología, el territorio, la cultura, el derecho, la innovación y la gestión aparecen aquí no como compartimentos aislados, sino como espacios que se cruzan cuando los problemas exigen más de una mirada.

En educación, el recorrido comienza con una revisión de las tendencias STEAM vinculadas al campo aeroespacial, continúa con el desarrollo de una plataforma de juegos serios para el entrenamiento de funciones ejecutivas en estudiantes de medicina y se aproxima después a las subjetividades de maestras que trabajan en un territorio atravesado por el conflicto armado. Juntos, estos trabajos permiten mirar la formación desde la innovación, la tecnología y la experiencia humana.

La sección dedicada a la salud amplía todavía más esa relación entre conocimiento y contexto. Allí aparecen la alimentación y el estado nutricional de trabajadores, la persistencia de la anemia gestacional en el altiplano peruano, la prevención desde farmacias comunitarias, un prototipo wearable basado en señales ECG para el monitoreo fisiológico del estrés y un sistema de inteligencia artificial orientado al análisis de lesiones cutáneas. Los capítulos muestran que cuidar no depende de una sola variable: intervienen hábitos, territorio, educación, acceso, calidad de los datos, diseño tecnológico y validación.

El territorio y la organización plantean otras preguntas. Los estudios desarrollados en contextos Wayuu muestran que innovar o intervenir no significa llegar a un espacio vacío. Existen saberes, memorias, autoridades, normas y formas propias de decidir qué conocimiento puede incorporarse y de qué manera. El capítulo final lleva esa reflexión al ámbito organizacional, donde un diagnóstico sobre planificación y gestión del tiempo se plantea como punto de partida para decisiones posteriores.

La diversidad de temas es, por tanto, deliberada. Los problemas contemporáneos rara vez pertenecen por completo a una sola disciplina. Una herramienta tecnológica puede necesitar criterios educativos y clínicos; una situación de salud puede estar atravesada por la cultura y el territorio; una innovación puede ser técnicamente viable y, aun así, requerir nuevas fases de validación antes de producir un impacto real.

Ese matiz es importante para el sentido del título. Transformar no significa afirmar que toda investigación incluida en estas páginas haya cambiado ya el contexto que estudia. En algunos casos, el aporte consiste en construir un prototipo; en otros, en identificar una barrera, ordenar evidencia, recuperar una voz poco visible, proponer un modelo o mostrar con claridad qué falta por validar. También allí comienza la transformación: cuando comprendemos mejor y contamos con mejores elementos para actuar.

La estructura del libro busca acompañar ese recorrido sin borrar la identidad de cada trabajo. Los capítulos conservan sus objetivos, métodos, resultados y conclusiones; las secciones, las síntesis y la ruta de lectura sirven únicamente para hacer visibles conexiones entre investigaciones que nacieron de preguntas distintas.

El propósito de esta obra es ofrecer un lugar de encuentro entre esas preguntas y sus posibles usos. Que los resultados puedan ser leídos, discutidos, contrastados y retomados en otros contextos. Porque el conocimiento no necesita prometer soluciones definitivas para ser valioso; necesita ser riguroso, circular y encontrar caminos para dialogar con la realidad.

Prólogo

Hay libros que se organizan alrededor de una disciplina. Otros lo hacen alrededor de una época, un territorio o una escuela de pensamiento. Este libro parte de algo más cotidiano: la pregunta por lo que ocurre después de investigar.

Después de una revisión de literatura, ¿qué se hace con los vacíos encontrados? Después de medir un problema, ¿cómo se convierte el dato en una decisión? ¿Qué pasa cuando una propuesta tecnológica llega a un escenario clínico? ¿Cómo se interviene en una comunidad sin tratar sus saberes como un obstáculo? ¿Qué ocurre cuando los datos disponibles no alcanzan para explicar por completo una realidad?

Estas preguntas aparecen, con distintos nombres, a lo largo de la obra. No fueron formuladas por un mismo equipo ni nacieron dentro de un único campo. Surgen de investigaciones en educación, salud, ingeniería, ciencias sociales, derecho y administración. Sin embargo, al leerlas juntas se hace evidente una preocupación compartida: la distancia entre producir conocimiento y conseguir que ese conocimiento tenga una relación responsable con la realidad.

Esa distancia merece atención. La expresión investigación aplicada puede dar la impresión de un trayecto simple: se conoce un problema, se diseña una solución y se transforma el contexto. Los capítulos que siguen muestran algo menos lineal y, por eso mismo, más interesante. Una plataforma educativa puede funcionar bien y obtener una valoración inicial de usabilidad muy favorable sin que eso demuestre todavía eficacia formativa. Un prototipo wearable puede registrar señales fisiológicas útiles y seguir necesitando una muestra mayor y validación independiente. Una herramienta de inteligencia artificial puede alcanzar buenos indicadores técnicos y continuar lejos de una validación clínica. Una política sanitaria puede mostrar mejores cifras mientras las barreras territoriales permanecen. Un conocimiento externo puede ser técnicamente valioso y, aun así, no tener lugar en una comunidad si no dialoga con sus acuerdos, su autonomía y su memoria.

La transformación, vista desde aquí, no es una palabra para adornar resultados. Es un proceso que exige comprensión, tiempo, validación y contexto.

También exige reconocer que el conocimiento no llega siempre desde afuera. En los trabajos desarrollados con comunidades Wayuu, por ejemplo, los saberes ancestrales, la palabra, el territorio y las formas propias de autoridad no aparecen como elementos secundarios. Son parte de la estructura desde la cual se decide qué puede incorporarse, qué debe conservarse y qué tiene legitimidad. Esa mirada cambia la idea convencional de transferencia: no se trata de llevar una respuesta terminada, sino de construir condiciones para que distintos conocimientos puedan encontrarse sin que uno anule al otro.

Algo parecido ocurre en educación. Los métodos y las tecnologías importan, pero no existen aislados de quienes enseñan y aprenden. La educación STEAM no puede trasladarse de un contexto a otro sin preguntarse por la formación docente, los recursos y las particularidades del

sistema que la recibe. Del mismo modo, una plataforma de juegos serios puede abrir posibilidades para la formación médica, pero necesita evaluarse con estudiantes y diseños más amplios antes de atribuirle mejoras cognitivas. Y las maestras que trabajan en zonas de conflicto recuerdan que ninguna innovación educativa puede separarse por completo de las historias y condiciones de quienes sostienen la escuela.

En salud, la misma lógica vuelve a aparecer. Los hábitos alimentarios no dependen únicamente del ingreso. La anemia materna no puede comprenderse solo desde la biología. La prevención frente al consumo de drogas necesita espacios cercanos, trabajo entre disciplinas y acciones sostenidas. El monitoreo fisiológico del estrés exige señales de calidad, protocolos y validación antes de convertirse en una herramienta confiable. La inteligencia artificial puede apoyar una decisión, pero no reemplazar la responsabilidad del profesional que la toma.

El lector encontrará, por tanto, un libro heterogéneo, pero no disperso. Su hilo conductor está en esas tensiones: entre dato y decisión, innovación y validación, conocimiento externo y saber local, evaluación y aprendizaje, diagnóstico y acción.

La mejor manera de acercarse a estas páginas quizá sea abandonar la expectativa de encontrar una fórmula única para transformar. Lo que ofrecen los capítulos son rutas: algunas más avanzadas, otras apenas trazadas, todas situadas. En conjunto recuerdan que el valor de una investigación no depende de presentar una solución definitiva. Puede estar en formular mejor el problema, en advertir un límite, en mostrar una relación que no era evidente, en construir una herramienta o en abrir una posibilidad que otra investigación deberá continuar.

Ese es, finalmente, el sentido de reunir estos trabajos. No afirmar que el conocimiento transforma por sí solo, sino mostrar cómo puede empezar a hacerlo cuando se encuentra con contextos concretos, reconoce sus propios límites y se pone a disposición de quienes pueden convertirlo en práctica.

Introducción general

Hablar de conocimiento aplicado supone hablar de una relación. De un lado están las preguntas de investigación, los métodos, los datos y los marcos conceptuales; del otro, las aulas, los servicios de salud, las comunidades, los dispositivos, las instituciones y los territorios donde esos resultados pueden adquirir significado.

Conocimiento Aplicado para la Transformación reúne once investigaciones que permiten observar esa relación desde ángulos muy diferentes. No se buscó uniformar los trabajos ni convertirlos en piezas de una sola disciplina. Cada manuscrito mantiene su información, su estructura argumentativa y sus conclusiones. El trabajo editorial se concentra en ordenar la lectura y hacer visibles conexiones que aparecen al poner los estudios en conversación.

La primera sección, Educación, formación y experiencias humanas, reúne tres perspectivas. Una revisión sistemática explora el desarrollo de la enseñanza STEAM con orientación aeroespacial; una plataforma de juegos serios traslada el diseño tecnológico al entrenamiento de funciones ejecutivas y a tareas clínicas simuladas en educación médica; y una investigación cualitativa se acerca a las subjetividades y vínculos de maestras que trabajan en un territorio afectado por el conflicto armado.

La segunda sección, Salud, prevención y tecnologías para el bienestar, reúne cinco estudios. El recorrido comienza con alimentación y estado nutricional en población trabajadora, continúa con las barreras socioculturales y territoriales de la anemia gestacional y con la educación preventiva desde farmacias comunitarias. Después se desplaza hacia la salud digital mediante un prototipo wearable basado en ECG para monitoreo fisiológico del estrés y un sistema de inteligencia artificial orientado a detectar y clasificar lesiones cutáneas.

La tercera sección, Territorio, cultura, innovación y gestión, reúne tres trabajos que preguntan cómo se produce, legitima y utiliza el conocimiento en comunidades y organizaciones. Dos investigaciones se sitúan en contextos Wayuu para estudiar innovación, saber ancestral, territorio, derecho y gobernanza. El capítulo final analiza planificación administrativa y gestión del tiempo como base diagnóstica para el desarrollo posterior de un modelo de evaluación del desempeño laboral.

La organización no pretende establecer fronteras rígidas. Los capítulos de educación hablan también de tecnología y salud; los de salud involucran cultura, educación e ingeniería; y los trabajos territoriales muestran que la innovación y la gestión dependen de relaciones humanas, normas y formas de conocimiento situadas.

También hay una decisión editorial importante en la manera de hablar de transformación. La obra no supone que toda investigación incluida haya producido ya un cambio verificable en su contexto. Algunas identifican asociaciones, otras desarrollan prototipos, algunas proponen modelos y otras interpretan experiencias. En varios casos, el resultado principal es demostrar viabilidad y establecer con claridad la siguiente etapa de validación.

Por esa razón, el lector encontrará a lo largo del libro tanto resultados como límites. Esa combinación es deliberada. La investigación aplicada pierde valor cuando exagera lo que puede afirmar; gana utilidad cuando distingue con precisión entre un hallazgo, una posibilidad y un impacto ya demostrado.

Antes de entrar en los capítulos, se ofrece una síntesis bilingüe de cada trabajo. Su propósito es ayudar al lector a reconocer rápidamente los temas, enfoques y aportes de la obra sin sustituir los resúmenes originales de los autores.

La lectura puede hacerse de principio a fin o siguiendo intereses particulares. La ruta propuesta más adelante organiza ese recorrido y muestra los puentes entre las tres secciones. En conjunto, los once capítulos plantean una misma invitación: mirar la investigación no solo por lo que produce, sino por las condiciones que hacen posible que sus resultados lleguen a ser comprendidos, utilizados y continuados.

Autores y contacto

La nacionalidad no está declarada de forma expresa en todos los manuscritos; en esos casos se consigna el país de afiliación institucional reportado por los autores.

- **Ana María Sánchez Castillo**
  Nacionalidad: No indicada expresamente en el manuscrito. País de afiliación: Colombia.
  Afiliación: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), Grupo de Investigación INFELCOM.
- **Jorge Enrique Espíndola Díaz**
  Nacionalidad: No indicada expresamente en el manuscrito. País de afiliación: Colombia.
  Afiliación: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), Escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación, Grupo de Investigación INFELCOM.
- **Rosalina Asprilla Moreno**
  Nacionalidad: No indicada expresamente en el manuscrito. País de afiliación: Colombia.
  Afiliación: Universidad Católica de Manizales, Colombia.
- **Luis Carlos Rodríguez Timaná**
  Nacionalidad: No indicada expresamente en los manuscritos. País de afiliación: Colombia.
  Afiliación: Fundación Universitaria San Martín, sede Cali; Universidad Santiago de Cali.
- **Juan de Dios Villegas Perea**
  Nacionalidad: No indicada expresamente en los manuscritos. País de afiliación: Colombia.
  Afiliación: Fundación Universitaria San Martín, sede Cali, Facultad de Ciencias de la Salud.
- **César Uriel Miranda Velasco**
  Nacionalidad: Salvadoreña.
  Afiliación: Universidad Evangélica de El Salvador.
- **Flavio Demetrio Abarca Macedo**
  Nacionalidad: No indicada expresamente en el manuscrito. País de afiliación: Perú.
  Afiliación: Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- **Mauro Octavio Tapia Cruz**
  Nacionalidad: No indicada expresamente en el manuscrito. País de afiliación: Perú.
  Afiliación: Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- **Yeni Pari Yana**
  Nacionalidad: No indicada expresamente en el manuscrito. País de afiliación: Perú.
  Afiliación: Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- **Luis Guillermo Jiménez Herrera**
  Nacionalidad: No indicada expresamente en el manuscrito. País de afiliación: Costa Rica.
  Afiliación: Universidad de Costa Rica.

- **Nazly Rocío Hincapié Monsalve**
  Nacionalidad: No indicada expresamente en los manuscritos. País de afiliación: Colombia.
  Afiliación: Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium, UNICATÓLICA; vinculada también académicamente a la Universidad Santiago de Cali en los trabajos incluidos.
- **Doris Isabel Acuña Medina**
  Nacionalidad: No indicada expresamente en el manuscrito. País de afiliación: Colombia.
  Afiliación: Universidad de La Guajira, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Grupo de Investigación Cañaguate.
- **Piedad Felisinda Gañán Rojo**
  Nacionalidad: No indicada expresamente en el manuscrito. País de afiliación: Colombia.
  Afiliación: Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia.
- **Guillermo Luis Contreras Oñate**
  Nacionalidad: No indicada expresamente en el manuscrito. País de afiliación: Colombia.
  Afiliación: Universidad de La Guajira; Grupo de Investigación Contacto con la Comunidad.
- **Ángel Alberto Nava Chirinos**
  Nacionalidad: No indicada expresamente en el manuscrito.
  Afiliación: Universidad de La Guajira; Grupo de Investigación Contacto con la Comunidad. El manuscrito señala trayectoria académica y profesional en Venezuela y Colombia.
- **María Juana Hernández Flores**
  Nacionalidad: No indicada expresamente en el manuscrito. País de afiliación: México.
  Afiliación: Universidad Da Vinci; Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ixtapaluca.
- **Maximino Sánchez Muñoz**
  Nacionalidad: No indicada expresamente en el manuscrito. País de afiliación: México.
  Afiliación: Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Huixquilucan; Facultad de Estudios Superiores Acatlán, Universidad Nacional Autónoma de México.
- **Guadalupe Jiménez González**
  Nacionalidad: No indicada expresamente en el manuscrito. País de afiliación: México.
  Afiliación: Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Huixquilucan.

Panorama de los capítulos

Las siguientes síntesis ofrecen una vista rápida de los once trabajos que integran la obra. Son textos editoriales de orientación y no sustituyen los resúmenes, resultados ni conclusiones originales de cada manuscrito.

Capítulo 1. Tendencias de investigación sobre la enseñanza STEAM en el campo aeroespacial: revisión de literatura

Ana María Sánchez Castillo y Jorge Enrique Espíndola Díaz

Resumen editorial. Este capítulo revisa la producción reciente sobre educación STEAM con orientación aeroespacial y pregunta qué se sabe y qué sigue faltando. A partir de una revisión sistemática de 123 publicaciones aparecidas entre 2020 y 2026, identifica tendencias de investigación, núcleos temáticos y oportunidades de aplicación curricular. El panorama muestra un campo en crecimiento, ligado a la integración digital, el pensamiento crítico y la innovación pedagógica, pero todavía con vacíos en formación docente especializada, educación secundaria y estudios situados en América Latina.

Palabras clave: Educación STEAM; transferencia de aprendizaje; tecnologías emergentes; formación docente; innovación educativa.

Editorial abstract. This chapter reviews recent research on aerospace-oriented STEAM education and asks what is already known and what remains insufficiently explored. Based on a systematic review of 123 publications from 2020 to 2026, it identifies research trends, thematic clusters, and opportunities for curricular application. The field is expanding around digital integration, critical thinking, and pedagogical innovation, while important gaps remain in specialized teacher preparation, secondary education, and Latin American contexts.

Keywords: STEAM education; learning transfer; emerging technologies; teacher training; educational innovation.

Capítulo 2. Desarrollo y evaluación funcional de una plataforma de juegos serios para el entrenamiento de funciones ejecutivas en estudiantes de medicina

Luis Carlos Rodríguez Timaná y Juan de Dios Villegas Perea

Resumen editorial. El capítulo presenta una plataforma de juegos serios diseñada para entrenar memoria de trabajo, control inhibitorio y flexibilidad cognitiva, y trasladar esas habilidades a escenarios clínicos simulados de diagnóstico, farmacología y triage. La evaluación funcional confirmó la operación de los seis módulos y una prueba piloto con cinco usuarios obtuvo un puntaje SUS promedio de 92,0/100. El resultado indica una percepción inicial de usabilidad muy favorable, pero los autores delimitan su alcance: todavía no constituye evidencia de mejora cognitiva ni de eficacia educativa y requiere una fase posterior con estudiantes de medicina y mediciones pretest-postest.

Palabras clave: Juegos serios; funciones ejecutivas; educación médica; entrenamiento cognitivo; usabilidad; simulación clínica.

Editorial abstract. This chapter presents a serious-games platform designed to train working memory, inhibitory control, and cognitive flexibility and then transfer those skills to simulated clinical scenarios involving diagnosis, pharmacology, and triage. Functional testing confirmed operation of the six modules, and a five-user pilot yielded a mean SUS score of 92.0/100. The result suggests highly favorable initial usability, but it does not demonstrate cognitive improvement or educational effectiveness; a subsequent phase with medical students and pretest-posttest measurements is still required.

Keywords: Serious games; executive functions; medical education; cognitive training; usability; clinical simulation.

Capítulo 3. Maestras, subjetividades y vínculos escolares en contexto de conflicto armado en Cauca, Colombia

Rosalina Asprilla Moreno

Resumen editorial. Este capítulo se acerca a la escuela desde una dimensión que suele quedar fuera de los indicadores educativos: la experiencia subjetiva de las maestras. La investigación muestra una fuerte vocación y afecto hacia los estudiantes, junto con el dolor de vivir y trabajar en una zona de conflicto, las dificultades de cooperación derivadas de la distancia y la gestión institucional y la necesidad de fortalecer el apoyo entre docentes.

Palabras clave: Conflicto armado; maestras de primaria; pensamiento complejo; relacionamientos; subjetividades.

Editorial abstract. This chapter approaches schooling through a dimension often absent from educational indicators: teachers' subjective experience. The study identifies strong vocation and affection toward students alongside the pain of living and working in an armed-conflict area, difficulties in cooperation related to distance and institutional management, and the need to strengthen mutual support among teachers.

Keywords: Armed conflict; primary school teachers; complex thinking; relationships; subjectivities.

Capítulo 4. Relación entre características económicas, hábitos alimentarios, estado nutricional y calidad de la dieta en trabajadores del sector financiero

César Uriel Miranda Velasco

Resumen editorial. La investigación analiza alimentación, estado nutricional y condiciones económicas en trabajadores del sector financiero de El Salvador. Aunque la mayoría reportó un acceso económico adecuado, predominó una dieta de baja calidad. El estudio encontró asociación entre

calidad de la dieta y estado nutricional, pero no entre las variables económicas y la calidad de la alimentación, lo que desplaza la mirada hacia hábitos, entorno laboral y educación nutricional.

Palabras clave: Acceso económico; calidad de la dieta; estado nutricional; frecuencia de consumo; hábitos alimentarios.

Editorial abstract. This study examines eating habits, nutritional status, diet quality, and economic conditions among financial-sector workers in El Salvador. Although most participants reported adequate economic access, low-quality diets predominated. Diet quality was associated with nutritional status, whereas economic variables were not significantly associated with diet quality, directing attention toward habits, workplace context, and nutrition education.

Keywords: Economic access; diet quality; nutritional status; food consumption frequency; eating habits.

Capítulo 5. Barreras socioculturales y territoriales en la persistencia de anemia en gestantes del altiplano peruano: aproximación mixta desde datos oficiales y voces comunales

Flavio Demetrio Abarca Macedo, Mauro Octavio Tapia Cruz y Yeni Pari Yana

Resumen editorial. Este trabajo aborda la anemia gestacional en Puno combinando estadísticas oficiales y voces comunales. Aunque los registros muestran variaciones y una reducción de la prevalencia durante el periodo estudiado, las entrevistas con autoridades quechuas y aimaras revelan la persistencia de barreras territoriales, socioculturales e institucionales. El aporte está en no reducir la anemia a un problema exclusivamente biológico o nutricional y en plantear la necesidad de respuestas con pertinencia intercultural.

Palabras clave: Anemia; altiplano peruano; interculturalidad; salud materna.

Editorial abstract. This study examines gestational anemia in Puno by bringing together official health statistics and community voices. Although the records show fluctuations and an overall decline during the study period, interviews with Quechua and Aymara community authorities reveal persistent territorial, sociocultural, and institutional barriers. The chapter argues against reducing anemia to a purely biological or nutritional issue and calls for genuinely intercultural responses.

Keywords: Anemia; Peruvian highlands; interculturality; maternal health.

Capítulo 6. Educación preventiva de drogas desde farmacias comunitarias

Luis Guillermo Jiménez Herrera

Resumen editorial. El capítulo explora las farmacias comunitarias como espacios cercanos desde los cuales pueden desarrollarse acciones educativas frente al fenómeno de las drogas. A partir de las perspectivas de estudiantes universitarios de distintas disciplinas, identifica posibilidades de prevención individual y colectiva y destaca la necesidad de trabajo inter, multi y transdisciplinario.

Palabras clave: Educación; prevención; farmacias; comunidad; drogas.

Editorial abstract. This chapter explores community pharmacies as accessible settings for educational action related to the social problem of drugs. Drawing on the perspectives of university students from different disciplines, it identifies possibilities for individual and collective prevention and emphasizes the need for interdisciplinary, multidisciplinary, and transdisciplinary work.

Keywords: Education; prevention; pharmacies; community; drugs.

Capítulo 7. Desarrollo y validación preliminar de un prototipo wearable basado en señales ECG para monitoreo fisiológico del estrés

Luis Carlos Rodríguez Timaná, Nazly Rocío Hincapié Monsalve y Juan de Dios Villegas Perea

Resumen editorial. El capítulo desarrolla un prototipo wearable de bajo costo para adquirir y procesar señales ECG orientadas al monitoreo fisiológico del estrés. La fase preliminar obtuvo 1.568.165 muestras limpias, 110,76 minutos acumulados de registro y una frecuencia de muestreo cercana a 250 Hz; además permitió estimar frecuencia cardíaca y métricas de variabilidad como RMSSD y SDNN. Se documentó una arquitectura CNN 1D para futuras tareas de clasificación, pero el trabajo no reporta una clasificación automática validada. Su aporte actual es demostrar viabilidad técnica y establecer las condiciones metodológicas de una fase posterior.

Palabras clave: ECG; estrés; dispositivo wearable; ESP32; variabilidad de la frecuencia cardíaca; aprendizaje automático; salud digital.

Editorial abstract. This chapter develops a low-cost wearable prototype for ECG acquisition and processing aimed at physiological stress monitoring. The preliminary phase produced 1,568,165 clean samples, 110.76 cumulative recording minutes, and a sampling frequency close to 250 Hz, while enabling heart-rate estimation and HRV metrics such as RMSSD and SDNN. A 1D-CNN architecture was documented for future classification tasks, but no validated automatic stress classifier is reported. The present contribution is technical feasibility and a methodological basis for the next validation phase.

Keywords: ECG; stress; wearable device; ESP32; heart rate variability; machine learning; digital health.

Capítulo 8. Sistema híbrido basado en YOLOv8 y arquitectura en la nube para la detección y clasificación multicategórica de lesiones cutáneas dermatoscópicas

Luis Carlos Rodríguez Timaná y Nazly Rocío Hincapié Monsalve

Resumen editorial. Este capítulo presenta un sistema experimental para detectar y clasificar lesiones cutáneas dermatoscópicas mediante YOLOv8, aprendizaje profundo y procesamiento en la nube. Integra localización de la lesión, clasificación multicategórica y generación remota de un informe orientativo. Los

resultados muestran viabilidad técnica como apoyo al tamizaje, pero el sistema no sustituye la decisión clínica y requiere validación externa, pruebas en escenarios reales y evaluación de sesgos y robustez.

Palabras clave: Cáncer de piel; Deep Learning; clasificación multicategórica; inteligencia artificial médica; computación en la nube.

E**ditorial abstract.** This chapter presents an experimental system for detecting and classifying dermoscopic skin lesions using YOLOv8, deep learning, and cloud-based processing. It combines lesion localization, multicategory classification, and remote generation of an orientative report. Results support technical feasibility as a screening aid, but the system does not replace clinical judgment and still requires external validation, real-world testing, and evaluation of bias and robustness.

Keywords: Skin cancer; deep learning; multicategory classification; medical artificial intelligence; cloud computing.

Capítulo 9. Capacidad de absorción e innovación en el ecosistema etnoturístico Wayuu: un enfoque desde la Teoría Fundamentada

Doris Isabel Acuña Medina y Piedad Felisinda Gañán Rojo

Resumen editorial. El capítulo estudia cómo circula, se interpreta y se adapta el conocimiento dentro del ecosistema etnoturístico Wayuu de La Guajira. La investigación muestra que el conocimiento externo adquiere valor cuando puede dialogar con saberes ancestrales, acuerdos comunitarios y autonomía territorial. De ese recorrido surge CAINNEETUR, un modelo conceptual emergente que entiende la capacidad de absorción como un proceso relacional. El bienestar, la conservación y la competitividad se plantean como resultados que requieren validación futura, no como impactos demostrados.

Palabras clave: Capacidad de absorción; conocimiento ancestral; innovación; turismo indígena; Teoría Fundamentada; pueblo Wayuu.

Editorial abstract. This chapter examines how knowledge circulates, is interpreted, and is adapted within the Wayuu ethnotourism ecosystem in La Guajira. External knowledge becomes valuable when it can engage with ancestral knowledge, community agreements, and territorial autonomy. This process leads to CAINNEETUR, an emerging conceptual model that treats absorptive capacity as relational. Well-being, conservation, and competitiveness remain propositions for future validation rather than demonstrated impacts.

Keywords: Absorptive capacity; ancestral knowledge; innovation; Indigenous tourism; Grounded Theory; Wayuu people.

Capítulo 10. El cementerio ancestral Wayuu como pieza jurídica del derecho consuetudinario: resolución de litigios territoriales y gobernanza indígena en Bahía Hondita, Alta Guajira

Guillermo Luis Contreras Oñate y Ángel Alberto Nava Chirinos

Resumen editorial. Desde un enfoque sociojurídico e intercultural, este capítulo analiza el papel del cementerio ancestral en el sistema normativo Wayuu de Bahía Hondita. La investigación muestra que el cementerio no es únicamente un lugar de memoria o un referente ritual: puede actuar como pieza probatoria, marcador territorial y punto de articulación entre linaje, autoridad y gobernanza comunitaria. El estudio aporta a la discusión sobre pluralismo jurídico y reconocimiento de sistemas normativos propios.

Palabras clave: Cementerio ancestral; derecho consuetudinario Wayuu; litigios territoriales; gobernanza indígena; Bahía Hondita; Alta Guajira.

Editorial abstract. Using a socio-legal and intercultural approach, this chapter examines the role of the ancestral cemetery within the Wayuu normative system of Bahía Hondita. The cemetery is not only a place of memory or ritual reference; it can function as evidence, a territorial marker, and a point connecting lineage, authority, and community governance. The study contributes to discussions of legal pluralism and the recognition of Indigenous normative systems.

Keywords: Ancestral cemetery; Wayuu customary law; territorial disputes; Indigenous governance; Bahía Hondita; Alta Guajira.

Capítulo 11. Diagnóstico de la planificación administrativa y gestión del tiempo como base para el desarrollo de un modelo de evaluación del desempeño laboral

María Juana Hernández Flores, Maximino Sánchez Muñoz y Guadalupe Jiménez González

Resumen editorial. El capítulo se sitúa en el campo de la gestión organizacional. A partir de un cuestionario de autopercepción aplicado a 122 colaboradores de una institución de educación superior, analiza la relación entre planificación administrativa y variables vinculadas con la gestión del tiempo. Los resultados muestran una asociación positiva y estadísticamente significativa. Su alcance es diagnóstico y sirve como base para una propuesta conceptual que deberá validarse posteriormente con indicadores objetivos de desempeño.

Palabras clave: Desempeño laboral; gestión; planificación administrativa.

Editorial abstract. The final chapter focuses on organizational management. Based on a self-perception questionnaire completed by 122 employees of a higher education institution, it examines the relationship between administrative planning and variables associated with time management. Results show a positive and statistically significant association. The study is diagnostic in scope and provides a basis for a conceptual proposal that will require later validation with objective performance indicators.

Keywords: Work performance; management; administrative planning.

Ruta de lectura

La obra puede leerse de manera secuencial o por secciones temáticas. El orden propuesto avanza desde los espacios de formación hacia los problemas de salud y bienestar, continúa por los territorios y las organizaciones donde el conocimiento debe ser apropiado, legitimado y convertido en decisiones, y termina con unas conclusiones generales y un cierre que devuelve la mirada al propósito de la obra.

Cada capítulo fue sometido a evaluación por pares académicos externos antes de su aceptación para publicación.



SECCIÓN I

Educación, formación y experiencias humanas

Introducción a la sección

La educación es uno de los espacios donde con mayor claridad puede observarse el tránsito entre conocimiento, diseño y experiencia. Una propuesta puede comenzar en la revisión de un campo emergente, convertirse después en una herramienta de formación y, finalmente, encontrarse con las condiciones humanas y sociales que hacen posible enseñar y aprender.

Los tres capítulos de esta sección recorren esas escalas. El primero revisa la investigación reciente sobre educación STEAM con orientación aeroespacial e identifica tendencias, metodologías y vacíos que todavía limitan su desarrollo en contextos escolares y latinoamericanos. El segundo lleva la innovación al terreno del diseño aplicado mediante una plataforma de juegos serios para funciones ejecutivas y tareas clínicas simuladas en estudiantes de medicina. Su evaluación inicial muestra una usabilidad favorable, pero también deja claro que la eficacia educativa deberá comprobarse en una fase posterior.

El tercer capítulo cambia de registro y se acerca a las subjetividades de maestras que trabajan en un territorio atravesado por el conflicto armado. Allí la educación aparece inseparable del afecto, la vocación, el miedo, las dificultades de cooperación y la necesidad de apoyo entre colegas.

Leídos en conjunto, los trabajos recuerdan que transformar la educación exige más de una clase de conocimiento. Hace falta comprender tendencias y vacíos, diseñar y probar herramientas, y reconocer las experiencias de quienes habitan cotidianamente los procesos formativos.

CAPÍTULO 1

Tendencias de investigación sobre la enseñanza STEAM en el campo aeroespacial: revisión de literatura

Ana María Sánchez Castillo, Ing., Jorge Enrique Espíndola Diaz, PhD.

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

Colombia

Sobre los autores

Ana María Sánchez Castillo: Ingeniera Electrónica por la Universidad Industrial de Santander y actualmente cursa la Maestría en Gestión Estratégica de Proyectos en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC). Se desempeña como investigadora del grupo INFELCOM, donde desarrolla iniciativas orientadas a la educación STEAM con enfoque aeroespacial. Cuenta con experiencia en investigación aplicada en ingeniería, participación en proyectos relacionados con satélites tipo CubeSat y formación en contextos aeroespaciales internacionales. Ha representado a Colombia en el Latin American Space Challenge en Brasil y en el World CanSat Course-Competition 2025 del Programa Espacial Universitario de la UNAM México. Su interés académico se centra en la articulación entre educación, innovación tecnológica y formación científica en contextos escolares.

Correspondencia: anmasaca0796@gmail.com / ana.sanchez08@uptc.edu.co

Jorge Enrique Espíndola Díaz: Ingeniero de Sistemas por la Universidad EAN, Especialista en Telemática por la Universidad Autónoma de Colombia, Magíster en Ciencias de la Información y las Comunicaciones por la Universidad Distrital y Doctor en Ciencias de Ingeniería y Tecnología Espacial por el Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Brasil. Es profesor titular de la Escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), seccional Sogamoso, y líder del grupo de investigación INFELCOM. Cuenta con más de 19 años de experiencia en el desarrollo de estaciones terrenas para rastreo y control satelital y más de dos décadas de trayectoria como docente investigador. Ha realizado estancias internacionales en Israel y Brasil, así como una pasantía posdoctoral en M&D AeroSpace mediante beca de Minciencias. Su producción académica incluye libros y artículos en el área de comunicación satelital y tecnología espacial. Su interés investigativo se centra en la ingeniería espacial, la comunicación satelital y la formación científica en ingeniería.

Correspondencia: jespindola@uptc.edu.co / jespindoladiaz@gmail.com

Resumen

El presente estudio examina el estado del arte sobre la implementación de estrategias de enseñanza STEAM con enfoque aeroespacial, ante la escasa sistematización de la evidencia pedagógica disponible y su limitada proyección en los contextos escolares colombianos. El objetivo central fue identificar tendencias investigativas, vacíos conceptuales y oportunidades de aplicación curricular. Se realizó una revisión sistemática de literatura bajo el protocolo de Tranfield et al. (2003) y las directrices PRISMA 2020, analizando publicaciones indexadas en EBSCOhost —Education Source y LISTA—, ScienceDirect y Scopus, publicadas entre 2020 y 2026, con prioridad en estudios centrados en docentes, estudiantes y metodologías de enseñanza-aprendizaje STEAM, excluyendo aquellos de corte exclusivamente técnico o universitario sin componente pedagógico. Tras el proceso de cribado, se seleccionaron 123 artículos analizados mediante VOSviewer, herramienta que permitió identificar redes de coautoría, relaciones conceptuales y seis núcleos temáticos predominantes: educación superior iberoamericana, educación STEM e ingeniería, aprendizaje y formación docente, contexto geográfico latinoamericano, entorno escolar y metodología, y educación general. Los resultados evidencian un crecimiento sostenido del enfoque interdisciplinario STEAM, con tendencias emergentes hacia la integración digital, el pensamiento crítico y la innovación pedagógica; no obstante, persisten vacíos significativos en formación docente especializada, investigación aplicada a educación secundaria y estudios longitudinales contextualizados en América Latina. Se concluye que la educación STEAM aeroespacial constituye una línea estratégica de alto potencial formativo, cuya consolidación demanda articulación entre investigación, política pública y práctica pedagógica adaptada al entorno local colombiano.

Palabras Claves: Educación STEAM, transferencia de aprendizaje, tecnologías emergentes, formación docente, innovación educativa.

Research Trends in STEAM Education within the Aerospace Field: A Systematic Literature Review

Abstract

This study examines the state of the art regarding the implementation of STEAM teaching strategies with an aerospace focus, given the limited systematization of available pedagogical evidence and its restricted projection in Colombian school contexts. The central objective was to identify research trends, conceptual gaps, and opportunities for curricular application. A systematic literature review was conducted following the Tranfield et al. (2003) protocol and PRISMA 2020 guidelines, analyzing publications indexed in EBSCOhost —Education Source and LISTA—, ScienceDirect, and Scopus, published between 2020 and 2026, prioritizing studies focused on teachers, students, and STEAM teaching-learning methodologies, while excluding those of an exclusively technical nature or university-

level studies without a pedagogical component. After the screening process, 123 articles were selected and analyzed using VOSviewer, a tool that enabled the identification of co-authorship networks, conceptual relationships, and six predominant thematic clusters: Ibero-American higher education, STEM and engineering education, learning and teacher training, Latin American geographical context, school environment and methodology, and general education. Results show sustained growth in interdisciplinary STEAM approaches, with emerging trends toward digital integration, critical thinking, and pedagogical innovation; however, significant gaps persist in specialized teacher training, research applied to secondary education, and longitudinal studies contextualized in Latin America. It is concluded that aerospace-oriented STEAM education constitutes a strategic line of high formative potential, whose consolidation demands articulation between research, public policy, and pedagogical practice genuinely adapted to the Colombian local context.

Keywords: STEAM Education; Learning Transfer; Emerging Technologies; Teacher Training; Educational Innovation.

Introducción

La educación STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas, por sus siglas en inglés *Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*), se ha afianzado en las últimas décadas como un enfoque pedagógico más relevante para el desarrollo de competencias integrales en los estudiantes. Su valor radica en que promueve la creatividad, la innovación y la resolución de problemas complejos, todo ello desde una perspectiva interdisciplinaria. En el campo aeroespacial, este enfoque resulta particular, dado que articula conocimientos científicos y tecnológicos con habilidades transversales como el pensamiento crítico, el trabajo colaborativo y la creatividad, indispensables para enfrentar los retos del siglo XXI de un sector en constante transformación.

En Colombia, la historia de implementación de STEAM se ha visto limitada por la falta de preparación docente y la escasez de programas especializados en educación, lo cual genera un desfase entre las demandas del sector productivo y las competencias desarrolladas en los estudiantes. El Ministerio de Educación Nacional, mediante su visión de "STEM educación expandida para la vida" (MEN, 2021), ha reconocido esta necesidad, impulsando la incorporación de metodologías activas en los entornos escolares. No obstante, diversos estudios evidencian que muchos docentes aún no cuentan con la formación suficiente para integrar eficazmente contenidos técnicos y pedagógicos en sus prácticas (Bowers & Ernst, 2018), lo que restringe el alcance real del enfoque STEAM en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

La investigación internacional ha sido bastante clara al demostrar que pedagogías centradas en el estudiante, como el aprendizaje activo y el aprendizaje colaborativo, contribuyen de manera significativa al rendimiento académico en áreas de ingeniería y ciencias aplicadas (Keleş, 2017; Lyu et al., 2023).La literatura también señala que la formación docente en estas metodologías es un factor determinante para la transferencia efectiva de conocimientos en contextos educativos (Peters & Ogilvie, 2019). Sin embargo, en Colombia, y de forma más marcada en regiones como Boyacá, los estudios sobre la

implementación del enfoque STEAM en el ámbito escolar y con énfasis en el sector aeroespacial son aún incipientes.

Este panorama revela un vacío en la literatura relacionada con la formación y las estrategias pedagógicas que permitan fortalecer la enseñanza STEAM con orientación aeroespacial en instituciones públicas. Este vacío justifica la necesidad de realizar un análisis sistemático que permita mapear las tendencias actuales, identificar buenas prácticas y reconocer oportunidades de innovación educativa adaptadas al contexto colombiano.

Desde el punto de vista teórico, este estudio analiza sistemáticamente la literatura científica sobre estrategias de enseñanza STEAM en el campo aeroespacial, identificando tendencias, vacíos y oportunidades de aplicación educativa mediante un análisis bibliométrico de la producción reciente. Con ello, se busca aportar al fortalecimiento de la formación docente y a la consolidación de propuestas pedagógicas innovadoras que respondan a las necesidades del sistema educativo nacional y a los desafíos del sector aeroespacial.

Metodología:

Este estudio se enmarca en una revisión sistemática de literatura, modalidad de investigación cualitativa orientada a evaluar el conocimiento existente, identificar los límites o desafíos actuales y reconocer tendencias en un campo específico (Maturrano, 2020). El protocolo metodológico adoptado articula dos marcos complementarios: el modelo de Tranfield et al. (2003), que estructura el proceso de conducción de la revisión, y las directrices PRISMA 2020 (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), que orientan el reporte transparente y reproducible de los hallazgos.

Tipo de estudio

Revisión sistemática de literatura con análisis bibliométrico.

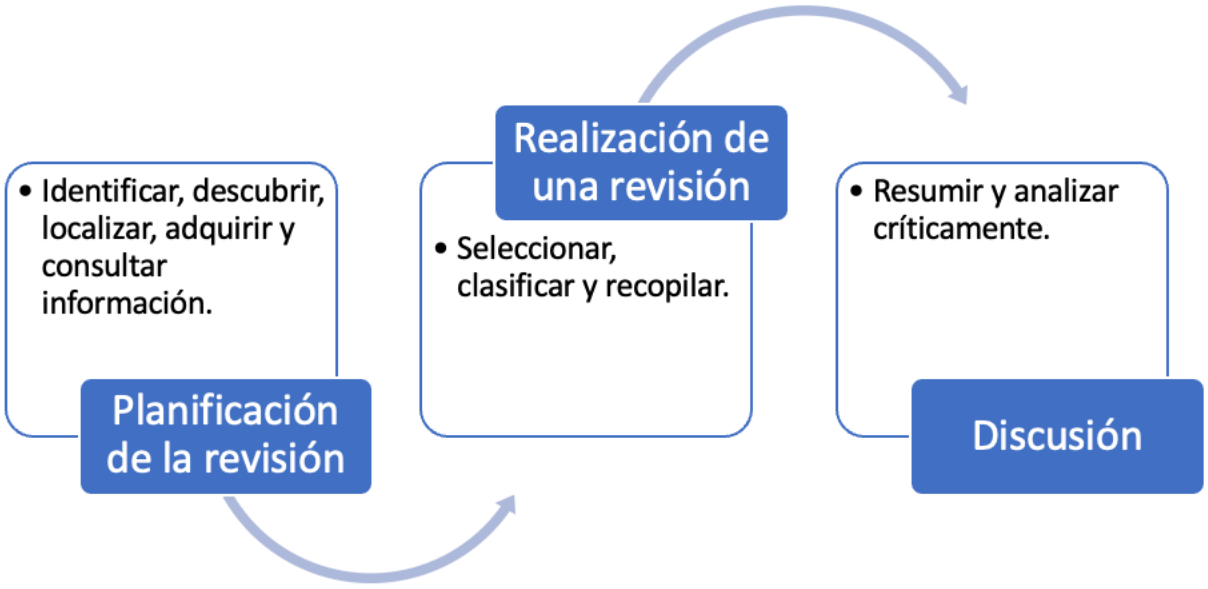
Protocolo

El proceso de revisión se organizó siguiendo el modelo de Tranfield et al. (2003), estructurado en tres fases: (1) planificación de la revisión, (2) ejecución de la búsqueda y selección de estudios, y (3) síntesis e informe de los hallazgos. Este modelo garantiza rigor metodológico, transparencia y replicabilidad en cada etapa del proceso.

De manera complementaria, el reporte de los resultados de la búsqueda y selección se presenta conforme a las directrices PRISMA 2020 (Page et al., 2021), mediante un diagrama de flujo que documenta el número de registros identificados, los criterios de exclusión aplicados en cada fase y los estudios finalmente incluidos en el análisis. La integración de ambos marcos permite no solo concluir la revisión con rigor procedimental, sino también garantizar su comunicación de forma clara, verificable y alineada con los estándares de publicación científica.

Figura 1

Modelo de Trasfield (Proceso de revisión)



Bases de datos

La búsqueda bibliográfica se llevó a cabo en bases de datos de reconocido prestigio académico e internacional. Se consultaron las colecciones *Education Source y Library, Information Science & Technology Abstracts with Full Text* (LISTA), disponibles a través de la plataforma EBSCOhost, así como las bases de datos Scopus (Elsevier) y ScienceDirect. La selección de estas fuentes respondió a criterios de pertinencia temática, cobertura disciplinar y calidad editorial, dado que integran revistas académicas indexadas y sometidas a procesos de revisión por pares en áreas como educación, pedagogía, ciencias aplicadas, ingeniería y tecnología.

La inclusión de Scopus y ScienceDirect resultó especialmente relevante para el presente estudio, en tanto estas plataformas concentran una amplia producción científica en disciplinas STEM/STEAM con aplicaciones en contextos de alta complejidad tecnológica, entre ellos el sector aeroespacial. Este campo constituye un escenario privilegiado para el análisis de enfoques pedagógicos interdisciplinarios, dado que articula de manera natural las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas en torno a problemas reales de diseño, exploración y desarrollo tecnológico (Kelley & Knowles, 2016; English, 2016). En este sentido, la educación STEAM orientada a contextos aeroespaciales no solo favorece el desarrollo de competencias científicas y tecnológicas de alto orden, sino que también promueve el pensamiento de diseño, la resolución de problemas complejos y la formación de vocaciones en ingeniería desde etapas tempranas de la escolaridad (Brophy et al., 2008; Martín-Páez et al., 2019). La búsqueda en estas fuentes permitió identificar experiencias educativas, propuestas

curriculares y estudios empíricos que vinculan la educación STEAM con contextos aeroespaciales, tanto en niveles de educación básica y media como en formación técnica y superior.

En conjunto, las bases de datos seleccionadas garantizan la calidad, actualidad y rigor científico de los documentos consultados, así como su relevancia para el análisis de tendencias y desafíos en la implementación de enfoques STEAM orientados al desarrollo de competencias científicas y tecnológicas en contextos aeronáuticos y espaciales.

Estrategia de búsqueda

En coherencia con la fase de ejecución propuesta por Tranfield et al. (2003), la estrategia de búsqueda se diseñó de manera sistemática y replicable, garantizando la recuperación exhaustiva de literatura relevante para el objeto de estudio. Se emplearon operadores booleanos AND y OR combinados con descriptores temáticos en español e inglés, organizados en torno a tres ejes conceptuales: (1) el enfoque pedagógico STEAM, (2) el contexto aeroespacial como escenario educativo, y (3) los actores del proceso formativo. Algunos de los descriptores utilizados fueron: STEAM, STEM, educación, enseñanza, aprendizaje, aeroespacial, aerospace education, docentes, estudiantes, modelos pedagógicos, interdisciplinariedad e ingeniería. La ecuación booleana principal aplicada fue la siguiente:

Figura 2

```
TITLE-ABS-KEY (
 ( "STEAM education" OR "STEM education" OR "STEAM" OR "science, technology, engineering, arts, and mathematics" OR "integrated science education" )
 AND
 ( "aerospace education" OR "space education" OR "aeronautics education" OR "space science teaching" OR "astronautics learning" )
 AND
 ( "Latin America" OR "South America" OR "Central America" OR "Latin American countries" OR "Ibero-America" OR "América Latina" )
 AND
 ( "educational policy" OR "curriculum policy" OR "science curriculum" OR "curriculum design" OR "educational reform" OR "public education policy" )
 AND
 ( "teacher training" OR "teacher education" OR "professional development" OR "teaching models" OR "pedagogical strategies" OR "educational methodologies" OR "instructional approaches" )
 AND
 ( "educational innovation" OR "interdisciplinary education" OR "interdisciplinary learning" OR "21st century skills" OR "21st century competencies" OR "innovation in education" )
 AND
 ( "technology appropriation" OR "technology integration" OR "digital inclusion" OR "territorial equity" OR "educational equity" OR "rural education" )
 AND
 ( "secondary education" OR "high school" OR "public secondary education" OR "public high schools" OR "public secondary school system" )
)
```

Ecuación principal booleana utilizada en la estrategia de búsqueda bibliográfica

Esta ecuación fue adaptada según las particularidades de cada base de datos consultada EBSCOhost, Scopus y ScienceDirect, ajustando los campos de búsqueda a título, resumen y palabras clave (*title, abstract, keywords*), con el fin de maximizar la precisión y pertinencia de los resultados obtenidos.

De acuerdo con las directrices PRISMA 2020 (Page et al., 2021), el proceso de identificación y selección de documentos se documentó mediante un diagrama de flujo que registra el número de registros recuperados en cada base de datos, los duplicados eliminados y los criterios aplicados en cada fase de filtrado, asegurando así la transparencia y trazabilidad del proceso. El conjunto de documentos recuperados a partir de esta estrategia constituyó el corpus inicial sobre el cual se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión definidos en la fase de planificación de la revisión.

Planificación de la revisión.

Criterios de inclusión y exclusión

En coherencia con la fase de planificación propuesta por Tranfield et al. (2003) y con las directrices PRISMA 2020 (Page et al., 2021), se definieron a priori los criterios de inclusión y exclusión que orientaron la selección del corpus documental, con el fin de garantizar la transparencia, replicabilidad y rigor del proceso de revisión.

Figura 3

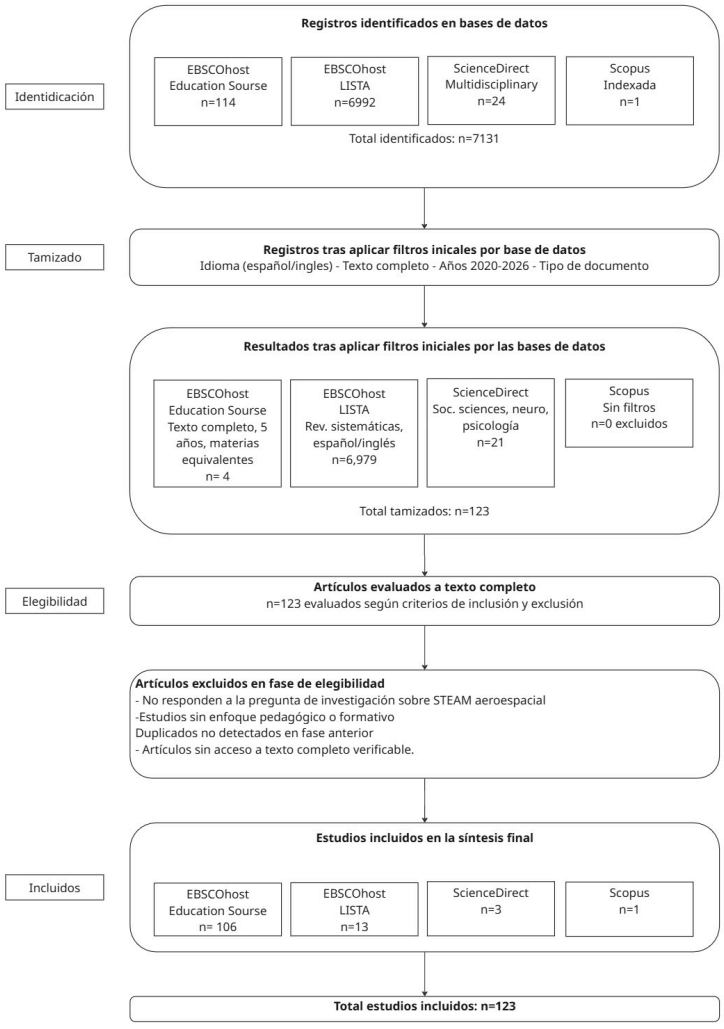


Diagrama PRISMA 2020

Criterios de inclusión

Se establecieron los siguientes criterios para la selección de los artículos: En cuanto al periodo de publicación, se incluyeron únicamente estudios publicados entre 2020 y 2026, con el propósito de asegurar la actualidad y pertinencia del análisis frente a las tendencias recientes en educación STEAM. Respecto al nivel educativo, se priorizaron investigaciones centradas en educación secundaria y en procesos de formación docente, dada su relevancia para la consolidación de enfoques STEAM en etapas clave del sistema educativo (Kelley & Knowles, 2016). En cuanto al enfoque temático, se incluyeron estudios que evidenciaran la integración de enfoques pedagógicos o interdisciplinarios, especialmente aquellos que articularan distintas áreas del conocimiento mediante metodologías activas orientadas al aprendizaje significativo y contextualizado en entornos STEAM, con particular atención a aplicaciones en contextos científicos y tecnológicos de alta complejidad, entre ellos el aeroespacial (Martín-Páez et al., 2019). Finalmente, en lo referente a la calidad editorial, se consideraron exclusivamente artículos publicados en revistas académicas indexadas y sometidas a revisión por pares, disponibles con acceso a texto completo.

Criterios de exclusión

Se excluyeron del análisis las publicaciones que no cumplieran alguno de los criterios anteriores. Específicamente, se descartaron los estudios centrados exclusivamente en educación superior, dado que el interés del presente estudio se orienta principalmente a la educación secundaria y a la formación docente. De igual manera, se excluyeron trabajos con enfoque estrictamente técnico o disciplinar que no evidenciaran integración pedagógica o interdisciplinaria, por considerarse insuficientes para el análisis educativo propuesto. Asimismo, no se incluyeron documentos sin acceso a texto completo, sin proceso de revisión por pares o publicados fuera del rango temporal establecido

Tamaño final de la muestra

Tras la aplicación rigurosa y sistemática de los criterios de inclusión y exclusión definidos en la fase de planificación (Tranfield et al., 2003), junto con los filtros asociados al periodo de publicación, la pertinencia temática, el nivel educativo y la calidad editorial, se conformó una muestra final de 123 artículos que cumplían de manera integral con los parámetros establecidos para el estudio. Este proceso de depuración progresiva, documentado en el diagrama de flujo PRISMA 2020 (Page et al., 2021), permitió reducir el corpus inicial de 7.131 registros identificados en las bases de datos consultadas hasta un conjunto de documentos coherente, actualizado y pertinente para los propósitos de la investigación.

Los artículos seleccionados comparten tres características fundamentales: presentan integración pedagógica explícita en el marco del enfoque STEAM, evidencian articulación interdisciplinaria verificable entre áreas científicas, tecnológicas y humanísticas, y guardan relevancia directa con la educación secundaria o la formación docente en contextos de alta complejidad tecnológica, incluido el aeroespacial (Martín-Páez et al., 2019; Kelley & Knowles, 2016). La muestra final constituye, por tanto, un corpus representativo y sólidamente fundamentado que sustenta el análisis bibliométrico y temático

desarrollado en la presente investigación, en plena coherencia con los estándares internacionales de revisión sistemática de literatura.

Herramienta de análisis

Para el análisis cuantitativo y la visualización de las relaciones entre los documentos seleccionados, se empleó el software VOSviewer (Van Eck & Waltman, 2010), herramienta especializada en la construcción y representación visual de redes bibliométricas. Este software permitió examinar tres tipos de relaciones fundamentales en el corpus analizado: las redes de coautoría, que evidencian los patrones de colaboración científica entre investigadores e instituciones; las redes de coocurrencia de palabras clave, que revelan la estructura conceptual del campo y la densidad temática de los términos más frecuentes; y los clústeres temáticos, que agrupan de manera visual los núcleos de investigación consolidados y las tendencias emergentes en educación STEAM con orientación aeroespacial.

La elección de VOSviewer se basó en criterios de pertinencia metodológica y en su amplia validación en la comunidad científica internacional, dado que es uno de los instrumentos más utilizados en estudios bibliométricos aplicados a la educación y a las ciencias sociales (Donthu et al., 2021). Su capacidad para procesar datos exportados directamente de Scopus, EBSCOhost y ScienceDirect, en formatos compatibles como BibTeX y RIS, facilitó la integración fluida con las bases de datos consultadas en el presente estudio. Los mapas de densidad y de red generados por el software constituyeron insumos fundamentales para la identificación de tendencias investigativas, vacíos temáticos y oportunidades de desarrollo en el campo de la educación STEAM aeroespacial.

Matriz de extracción de datos

En coherencia con la fase de síntesis propuesta por Tranfield et al. (2003) y con los criterios de extracción estructurada recomendados por las directrices PRISMA 2020 (Page et al., 2021), se diseñó una matriz de sistematización con el propósito de organizar, codificar y analizar de manera rigurosa la información contenida en los 123 artículos seleccionados. La construcción de este instrumento siguió los principios de la extracción sistemática de datos, que exige que las variables de análisis sean definidas a priori, aplicadas de forma homogénea a todos los documentos del corpus y orientadas directamente por la pregunta de investigación (Codina, 2018).

La matriz incorporó las siguientes variables de análisis: autor(es) y año de publicación; país e institución de origen; contexto y nivel educativo del estudio; objetivo de investigación; diseño metodológico empleado; método o estrategia pedagógica aplicada; principales resultados y conclusiones; palabras clave utilizadas; y referentes teóricos y conceptuales citados. Esta estructura permitió no solo organizar descriptivamente cada documento, sino también establecer comparaciones sistemáticas entre estudios, identificar patrones recurrentes en las propuestas pedagógicas STEAM, clasificar tendencias temáticas y metodológicas emergentes, y detectar vacíos en la producción científica vinculada a estrategias educativas con orientación aeroespacial.

El diseño de la matriz respondió, asimismo, a los principios del análisis bibliométrico cualitativo, en el que la codificación temática de los documentos constituye un paso previo e indispensable para la

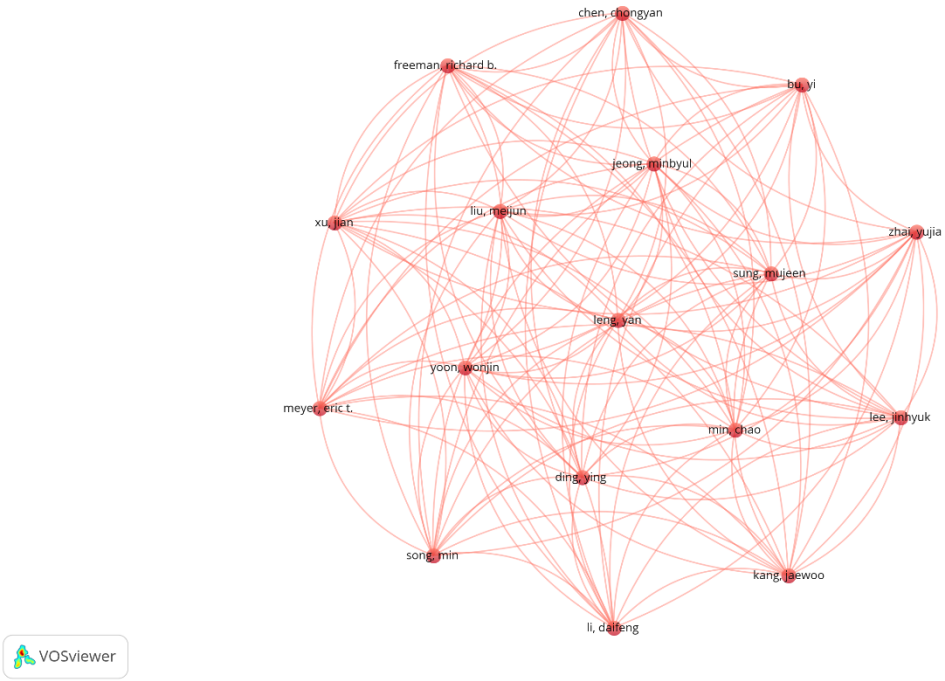
construcción de redes de conocimiento y la identificación de clústeres conceptuales (Donthu et al., 2021). En este sentido, la matriz no solo cumplió una función descriptiva y organizativa, sino que operó como instrumento analítico central que dotó de rigurosidad al proceso interpretativo, fundamentó la delimitación de oportunidades futuras de investigación y aportó coherencia interna al conjunto de la revisión sistemática desarrollada.

Análisis de resultados

Con el propósito de identificar los patrones de colaboración científica presentes en el corpus documental analizado, se construyó una red de coautoría mediante el software VOSviewer (Van Eck & Waltman, 2010). Este tipo de análisis bibliométrico permite visualizar las relaciones de colaboración entre autores a partir del número de publicaciones compartidas, revelando la estructura social de la comunidad científica que produce conocimiento en un campo determinado (Dunthu et al.,2021). Para la construcción de la red se estableció como umbral mínimo un documento por autor, lo que permitió incluir a todos los investigadores presentes en el corpus documental con al menos una publicación registrada. El resultado fue una red conformada por 16 autores interconectados en un único clúster de colaboración, cuya representación visual se presenta en la figura 4.

Figura 4

Red de coautoría generada mediante análisis bibliométrico en VOSviewer



La figura 4 presenta la red de coautoría construida a partir del corpus de 123 artículos seleccionados en la revisión sistemática, procesada mediante el software VOSviewer (Van Eck & Waltman, 2010). Cada nodo representa un autor individual y líneas que los conectan indican relaciones de colaboración científica documentada entre ellos. El tamaño de los nodos y el grosor de los enlaces reflejan la fuerza

de enlace (*link strength)*, es decir, la intensidad de la colaboración medida por el número de publicaciones compartidas. La proximidad espacial entre nodos indica mayor afinidad temática y frecuencia de interacción académica.

La red identifica un total de 16 autores con colaboraciones recíprocas, todos integrados en un único clúster densamente interconectado, lo que revela una comunidad científica cohesionada sin fragmentaciones o grupos aislados. Esta estructura de clúster único sugiere que los autores presentes en el corpus comparten líneas de investigación convergentes, probablemente articuladas en torno a temáticas de gestión del conocimiento, analítica del aprendizaje y colaboración científica interdisciplinar.

Entre los autores con mayor centralidad en la red se destacan Chen, Chongyan (ORCID: 0000-0003-3188-6652), Bu, Yi (ORCID: 0000-0003-2549-4580), Zhai, Yujia (ORCID: 0000-0002-2688-8058) y Liu, Meijun (ORCID: 0000-0002-2800-5511), quienes presentan el mayor número de conexiones visibles hacia otros nodos de la red, lo que los posiciona como actores con alta intermediación (*betweenness centrality*). Su posición estratégica sugiere que actúan como puentes o articuladores entre distintos grupos de colaboración dentro de la comunidad. En un segundo nivel de centralidad se encuentran Freeman, Richard B., Meyer, Eric T. (ORCID: 0000-0002-9930-8026), Jeong, Minbyul (ORCID: 0000-0002-1346-730X) y Lee, Jinhyuk (ORCID: 0000-0002-9092-9280), quienes mantienen conexiones múltiples, aunque con menor densidad de enlaces que los anteriores.

En el segmento inferior de la red se observan autores como Song, Min (ORCID: 0009-0006-4601-5760), Kang, Jaewoo (orcid: 0000-0001-6798-9106), Li, Daifeng (orcid: 0000-0002-5457-9324), Ding, Ying (orcid: 0000-0003-1352-1000) y Min, Chao (orcid: 0000-0002-0627-995X), los cuales presentan una posición periférica pero igualmente conectada al clúster principal, lo que indica participación activa en colaboraciones grupales sin ocupar roles de articulación central. Autores como Yoon, Wonjin (orcid: 0000-0002-6435-548X), Sung, Mujeen (ORCID 0009-0004-0364-5071), Leng, Yan (ORCID: 0000-0002-7084-2700) y Xu, Jian (ORCID: 0000-0002-1040-5090) completan la red con posiciones intermedias y conexiones distribuidas hacia múltiples nodos.

La ausencia de nodos aislados o subgrupos desconectados es un indicador relevante: toda la comunidad identificada colabora de manera interrelacionada, lo que es consistente con investigaciones de carácter interdisciplinar en las que equipos de trabajo comparten múltiples publicaciones simultáneas. No obstante, la homogeneidad cromática de los nodos todos en tonalidad rosada, indica que VOSviewer los agrupa en un solo clúster temático, lo que refuerza la cohesión conceptual del grupo.

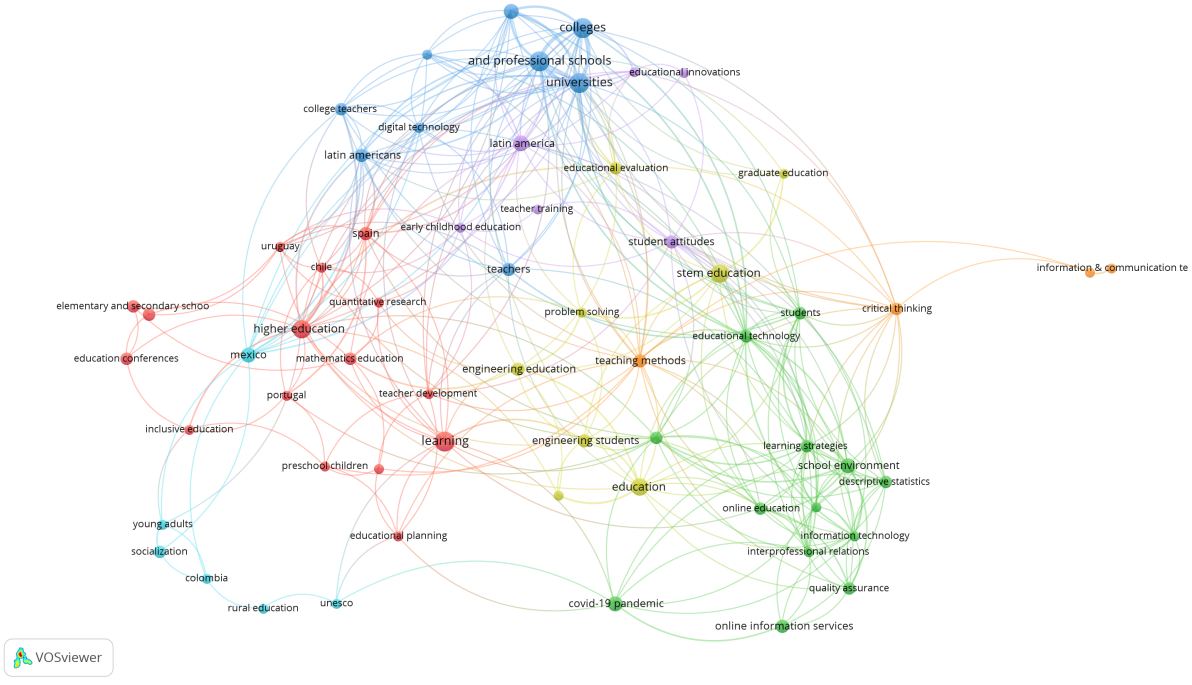
Desde una perspectiva geográfica, los apellidos identificados sugieren una predominancia de autores de origen asiático, particularmente de tradición académica coreana y china, con presencia complementaria de investigadores anglosajones como Freeman y Meyer. Esta composición intercultural de la red apunta hacia una colaboración científica de carácter internacional, aspecto relevante para el análisis de la producción científica en campos tecnológicos y de gestión del conocimiento con proyección global.

En síntesis, la red de coautoría evidencia una comunidad académica pequeña pero altamente cohesionada, con patrones de colaboración intensos y centralizados en torno a un grupo núcleo de autores, lo que constituye una característica habitual en campos de investigación emergentes o especializados como la educación STEAM con orientación aeroespacial (Donthu et al., 2021).

Con el propósito de identificar la estructura conceptual del campo y las tendencias temáticas presentes en el corpus de 123 artículos analizados, se construyó una red de coocurrencia de palabras clave mediante el software VOSviewer (Van Eck & Waltman, 2010). Este análisis bibliométrico permite visualizar qué descriptores aparecen frecuentemente de manera conjunta en los documentos seleccionados, revelando los núcleos temáticos consolidados, las relaciones conceptuales entre ellos y la evolución temporal de las líneas de investigación (Donthu et al., 2021). Para la construcción de la red se estableció como umbral mínimo tres coocurrencias por palabra clave, garantizando que únicamente los descriptores con suficiente representatividad en el corpus fueran incluidos en el análisis. El resultado fue una red conformada por múltiples clústeres temáticos interconectados, cuya representación visual se presenta en tres vistas complementarias: la vista de redes por clústeres (ver Figura 5), el mapa de densidad (figura 6) y el mapa de superposición temporal *overlay visualization* (Figura 7)

Figura 5

Red temática y clústeres conceptuales identificados mediante análisis bibliométrico



La Figura 5 presenta la red de coocurrencia de palabras clave del corpus organizada en clústeres temáticos identificados algorítmicamente por VOSviewer Cada nodo representa una palabra clave y las líneas que los conectan indican relaciones de coocurrencia, es decir, su aparición conjunta de cada descriptor en el corpus y el grosor de los enlaces indica la intensidad de la coocurrencia entre dos

términos. Los colores diferencian los clústeres temáticos. La red revela seis clústeres claramente diferenciados que estructuran el campo de estudio.

Clúster 1 – Educación superior iberoamericana (color azul) ocupa el cuadrante superior de la red y está nucleado en torno a los descriptores *colleges, universities, and professional schools y Latin Americans y educational innovations*, lo que indica que este clúster agrupa investigaciones sobre transformación institucional, innovación pedagógica y contexto geográfico latinoamericano en el nivel universitario. Su posición en la parte superior de la red y su gran tamaño nodal reflejan que la educación superior constituye el marco institucional más frecuentemente referenciado en el corpus, funcionando como escenario transversal desde el cual se articulan múltiples enfoques pedagógicos, incluidos los de orientación STEAM.

El Clúster 2 – Educación STEAM, ingeniería y pensamiento crítico (color amarillo – naranja) se ubica en el cuadrante central derecho y representa el núcleo más directamente vinculado con el objeto de la presente investigación. Está articulado en torno a los descriptores *STEAM education, engineering education, teaching methods, student attitudes, problem solving, educational technology y critical thinking*. La presencia de *engineering students* como nodo de tamaño considerable en este clúster es especialmente relevante, dado que evidencia que la formación de estudiantes de ingeniería campo base de las aplicaciones aeroespaciales constituye una línea de investigación activa u bien documentada en el corpus. La coocurrencia de *stem education* con *engineering education y teaching methods* confirma que los artículos del corpus no solo describen el enfoque STEM como marco conceptual, sino que lo operacionalizan mediante estrategias pedagógicas concretas orientadas al desarrollo de competencias para la resolución de problemas complejos, habilidad central en contextos de ingeniería aeroespacial (Brophy et al., 2008; Kelley & Knowles, 2016).

El Clúster 3 – Aprendizaje y formación docente (color rojo – rosado) ocupa el centro izquierdo de la red y representa el nodo articulador de mayor conectividad transversal. Está organizado en torno a *learning, higher education, teachers y teacher development*, con presencia complementaria de términos como *mathematics education*, *quantitative research, early childhood education y educational planning*. La posición central de *learning* como nodo de gran tamaño indica que el aprendizaje —en sus diversas modalidades y niveles— constituye el eje conceptual transversal que atraviesa todos los clústeres de la red. En el contexto del enfoque STEAM con orientación aeroespacial, este clúster es particularmente significativo porque evidencia que la formación docente y el desarrollo de metodologías de enseñanza activa son reconocidos como condiciones necesarias para la implementación efectiva de enfoques interdisciplinares en ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas (Martín-Páez et al., 2019).

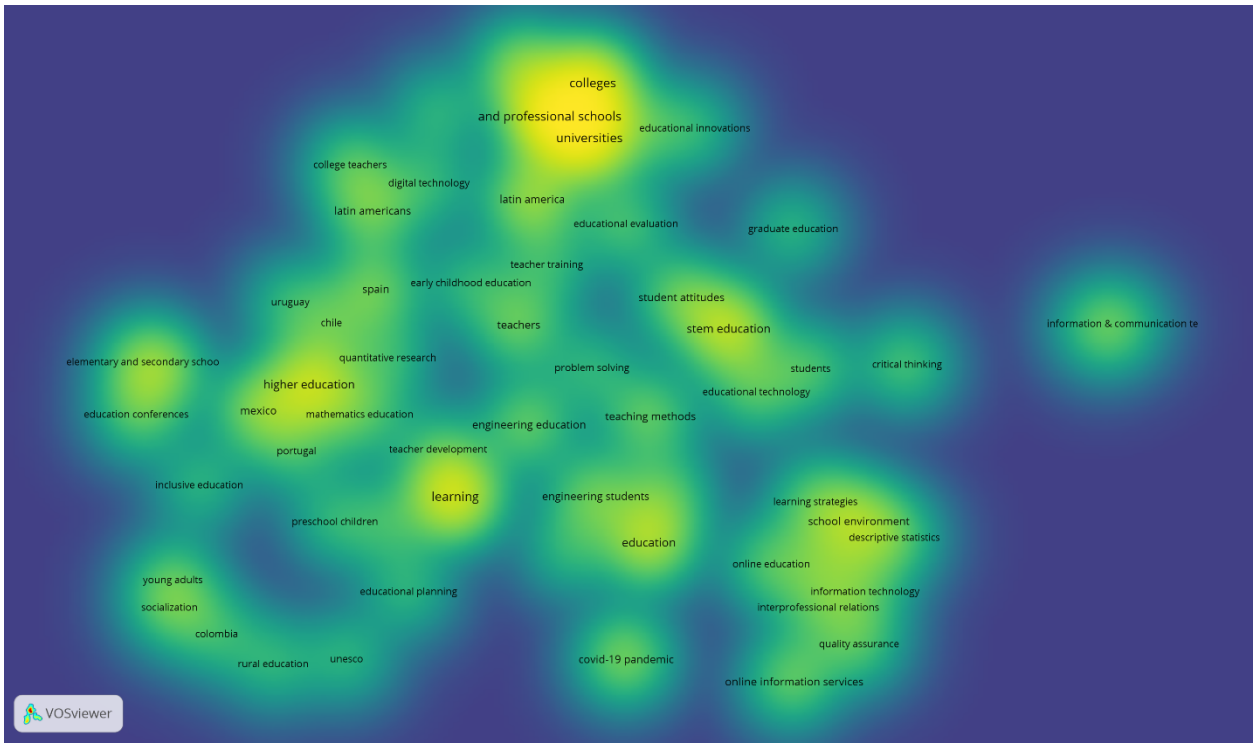
El Clúster 4 – Contexto geográfico iberoamericano (color rojo – salmón periférico) se ubica en el cuadrante izquierdo y agrupa descriptores de referencia geográfica y social como España, Chile, Uruguay, México, Colombia, Portugal, incluyendo de igual forma la educación rural, socialización y adultos jóvenes. Este clúster refleja la diversidad de contextos nacionales desde los cuales se produce investigación educativa en el corpus y evidencia que las realidades socioeducativas de América Latina y la Península Ibérica son marcos contextuales recurrentes en los estudios analizados. La presencia de

descriptores como *inclusive education* y *rural education* sugiere, además, que parte de la literatura revisada aborda la implementación de enfoques pedagógicos en contextos de alta vulnerabilidad o marginalidad educativa, lo que amplía el espectro de aplicación del enfoque STEAM más allá de los entornos tecnológicos de élite.

El Clúster 5 – Entorno escolar y metodología de revisión (color verde) se posiciona en el cuadrante inferior derecho y está articulado en torno a descriptores como *school environment*, *learning strategies*, *online education*, *descriptive statistics*, *information technology*, *interprofessional relations y quality assurance*. Términos como *online information services y covid-19 pandemic* también integran este clúster, lo que sugiere que una parte del corpus aborda el impacto de la pandemia sobre los entornos educativos digitales y las estrategias de aprendizaje en línea. En el marco del enfoque STEAM, este clúster es relevante porque evidencia que el entorno escolar físico y virtual y la calidad de los recursos tecnológicos disponibles condicionan directamente la implementación exitosa de estrategias pedagógicas interdisciplinares orientadas a la formación de competencias científicas y tecnológicas. El Clúster 6 – Educación general y pandemia (Color amarillo periférico) completa la red con descriptores como *education*, *students y covid-19 pandemic*, funcionando como puente conceptual entre los clústeres de aprendizaje y entorno escolar. Su posición intermedia en la red refuerza la transversalidad del concepto de educación como marco común que articula las distintas líneas temáticas identificadas en el corpus.

Figura 6

Mapa de densidad de la red de coocurrencia



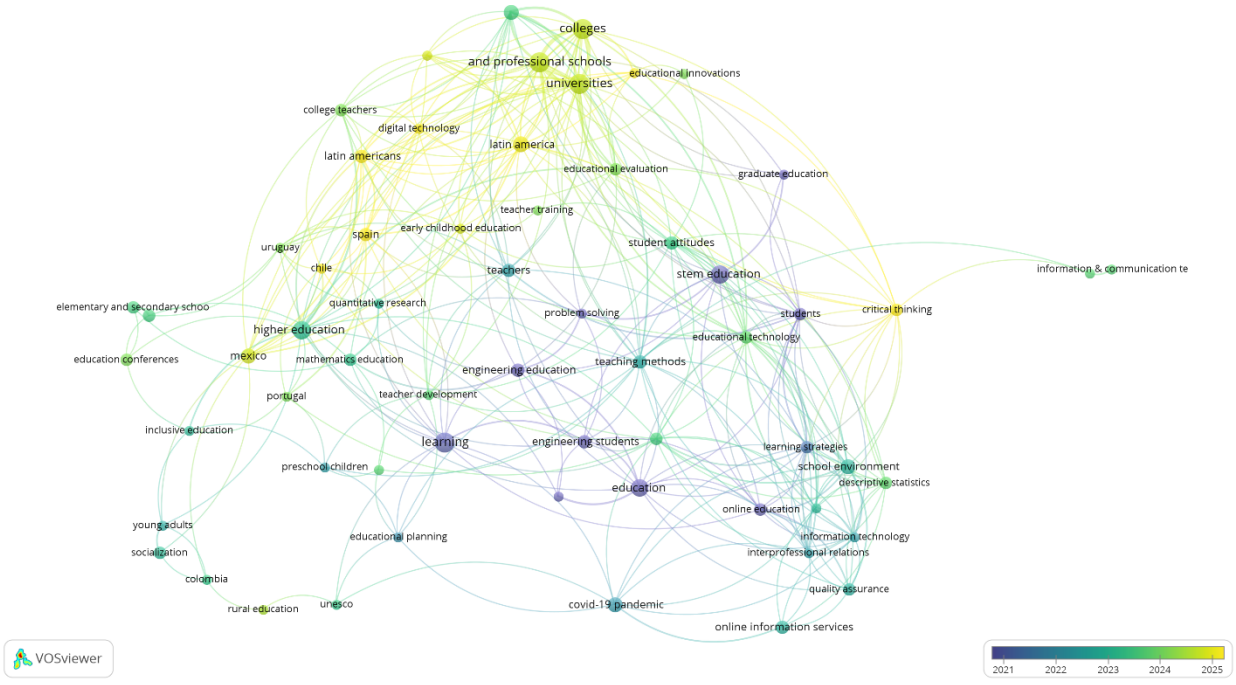
La figura 6 presenta el mapa de densidad de la red de coocurrencia, en el que la intensidad de color del azul oscuro al amarillo brillante indica la concentración acumulada de términos y la densidad de sus

conexiones en cada zona del mapa. Las áreas de mayor densidad, representadas en tonos amarillos y verdes intensos, corresponden a los descriptores con mayor frecuencia de aparición y mayor número de relaciones de coocurrencia con otros términos del corpus.

El análisis de densidad revela tres zonas de alta concentración conceptual. La primera, ubicada en el cuadrante superior central, corresponde al núcleo *colleges — universities — and professional schools*, confirmando que la educación superior es el territorio conceptual de mayor densidad en el corpus. La segunda zona de alta densidad se sitúa en el centro-izquierdo del mapa, en torno a *learning y higher education*, lo que refuerza su función articuladora entre los distintos clústeres temáticos. La tercera zona de densidad media-alta, visible en el cuadrante central-derecho, agrupa los términos *stem education, engineering education y education*, constituyendo el núcleo conceptual más directamente vinculado con el enfoque STEAM y la formación en ingeniería del presente estudio. Esta zona de densidad intermedia en lugar de máxima sugiere que, si bien la educación STEM/STEAM está bien representada en el corpus, aún no alcanza la densidad acumulada de los descriptores institucionales y generales, lo que podría interpretarse como una indicación de que el campo se encuentra en una fase de consolidación y expansión dentro de la producción científica iberoamericana y global (Donthu et al., 2021).

Figura 7

Mapa de superposición temporal



La Figura 7 presenta el mapa de superposición temporal, en el que el color de cada nodo indica el año promedio de publicación de los documentos en los que aparece cada descriptor, según la escala cromática que va del azul oscuro (2021) al amarillo brillante (2025). Esta vista permite identificar con precisión cuáles son las líneas de investigación consolidadas históricamente y cuáles representan tendencias emergentes en el campo analizado.

Los descriptores con tonalidades amarillas y verde-amarillentas correspondientes al periodo 2024-2025 incluyen *colleges, universities, and professional schools, latin america, digital technology, educational innovations y critical thinking*, lo que indica que estas temáticas concentran la producción científica más reciente del corpus. La presencia de *critical thinking* en tonalidades claras es especialmente relevante para el enfoque STEAM aeroespacial, dado que el pensamiento crítico es una de las competencias centrales que se busca desarrollar mediante estrategias pedagógicas interdisciplinares en contextos de alta complejidad tecnológica (Kelley & Knowles, 2016).

En contraste, los descriptores con tonalidades azules y azul-verdosas, correspondientes al periodo 2021-2022 como *education, stem education, engineering education, school environment, learning strategies e interprofessional relations* representan líneas de investigación temporalmente más consolidadas, con producción científica concentrada en los primeros años del periodo analizado. El hecho de que *stem education y engineering education* presenten tonalidades azul-verdosas intermedias (2022-2023) sugiere que estas temáticas han mantenido una producción sostenida a lo largo de todo el periodo, sin un pico de concentración reciente, lo que podría interpretarse como una señal de madurez relativa de estas líneas de investigación dentro del corpus. No obstante, la conexión de estos descriptores con nodos de tonalidades más recientes como *critical thinking y digital technology* indica que el campo está en proceso de renovación temática, incorporando nuevas dimensiones pedagógicas y tecnológicas a los marcos tradicionales de educación STEM.

Desde la perspectiva del enfoque aeroespacial, la distribución temporal de la red confirma una tendencia relevante: los descriptores más recientes del corpus se concentran en los ámbitos de la educación superior, la innovación digital y el pensamiento crítico, mientras que los descriptores históricos más consolidados corresponden a la ingeniería y la educación STEM. Esta distribución es coherente con la trayectoria global del campo, en la que la educación aeroespacial ha transitado de un enfoque predominantemente técnico e instrumental hacia modelos pedagógicos más integradores que incorporan dimensiones humanísticas, artísticas y de pensamiento sistémico, alineados con la filosofía STEAM (Westphal, 2015; Martín-Páez et al., 2019).

En síntesis, el análisis conjunto de las tres vistas de la red de coocurrencia revela un campo en plena expansión, con una estructura conceptual organizada en torno a seis núcleos temáticos interconectados, cuyas tendencias más recientes apuntan hacia la consolidación de la educación STEAM como enfoque pedagógico integrador en contextos de alta complejidad tecnológica, la incorporación creciente de tecnología digital en los procesos formativos y el fortalecimiento del pensamiento crítico como competencia transversal en la formación científica e ingenieril con proyección aeroespacial.

El análisis bibliométrico del corpus de 123 artículos seleccionados se complementa con el reconocimiento de un ecosistema global de iniciativas institucionales que materializan el enfoque STEAM en contextos aeroespaciales concretos. Estas iniciativas constituyen el marco de referencia práctico desde el cual la producción científica identificada en la revisión sistemática cobra sentido aplicado, al evidenciar que la educación STEAM orientada al sector aeroespacial no es únicamente un objetivo de estudio académico sino una agenda activa de política educativa internacional.

A nivel global, se han consolidado diversas iniciativas que promueven la integración práctica de la educación STEAM en los sistemas escolares, articulando herramientas digitales, metodologías activas y cultura *maker* en entornos de aprendizaje formal e informal. Un ejemplo relevante es *Microsoft Hacking STEM*, un programa que fomenta la cultura *maker* y el aprendizaje basado en proyectos mediante el uso de recursos digitales accesibles y de bajo costo. Esta propuesta invita a los estudiantes a asumir el rol de ingenieros y científicos, aplicando metodologías experimentales y de diseño que fortalecen tanto las competencias técnicas como las creativas, en coherencia con los principios pedagógicos del enfoque STEAM (Cateté et al., 2014). Su énfasis en la resolución de problemas reales mediante tecnología digital lo convierte en un referente particularmente pertinente para contextos de formación en ingeniería aeroespacial desde etapas tempranas de la escolaridad.

En una línea similar, el Portal CREA Siemens se ha consolidado como una estrategia clave para impulsar competencias del siglo XXI en 13 países de América Latina y Europa, a través del acceso abierto a recursos educativos y la consolidación de redes internacionales de colaboración docente. Su enfoque interdisciplinario no solo aporta al desarrollo de habilidades técnicas, sino que también promueve valores como la sostenibilidad, la innovación y el pensamiento crítico, fortaleciendo el vínculo entre educación y los grandes desafíos tecnológicos y ambientales del presente. La incorporación de herramientas digitales como TinkerCad y la impresión 3D ha transformado las dinámicas pedagógicas en STEAM, al permitir que los estudiantes diseñen, modelen y materialicen soluciones creativas a problemas reales (Barbosa et al., 2024). Estas tecnologías no solo potencian el pensamiento de diseño, competencia central en la formación aeroespacial, sino que también refuerzan la capacidad de los estudiantes para innovar y aplicar conocimientos en contextos prácticos que replican los procesos de prototipado y fabricación propios de la industria aeronáutica y espacial.

En conjunto, estas experiencias globales evidencian la consolidación de un enfoque interdisciplinario en STEAM orientado a la innovación, la sostenibilidad y el trabajo colaborativo. Su impacto demuestra cómo la integración de metodologías activas y tecnologías emergentes puede transformar la enseñanza tradicional hacia modelos más flexibles, dinámicos y contextualizados, alineados con las demandas de sectores de alta complejidad tecnológica como el aeroespacial (Kelley & Knowles, 2016).

La Agencia Nacional de Aeronáutica y del Espacio de los Estados Unidos cuenta con la Oficina de Compromiso STEM (O*ffice of STEM Engagement, OSTEM*), que articula cuatro proyectos estratégicos orientados a construir una fuerza laboral aeroespacial futura: el Proyecto de Investigación y Educación para Universidades Minoritarias (MUREP), el Proyecto Nacional de Becas del Espacio (*Space Grant*), el Programa para Estimular la Investigación Competitiva (EPSCoR) y el Proyecto STEM de Nueva Generación (*Next Gen STEM*). En el año fiscal 2025, estas iniciativas alcanzaron a más de 704.000 estudiantes, 58.000 educadores y 2,5 millones de participantes en actividades de compromiso educativo vinculadas a misiones aeroespaciales reales, consolidando a la NASA como el actor institucional de mayor alcance global en educación STEM aeroespacial.

Entre los programas más relevantes para la educación secundaria con enfoque aeroespacial se destacan: el desafío de vuelo suborbital para estudiantes de grados 6 a 12, que los invita a diseñar

experimentos para ser lanzados en plataformas de vuelo real; el *programa RockSat-C*, en el que estudiantes diseñan, construyen y lanzan experimentos en cohetes de *sondeo Terrier-Improved Orion*; y el programa *Aero Fair* del Centro de Investigación de Vuelo Armstrong, en el que profesionales de la NASA visitan aulas para involucrar a estudiantes en experiencias prácticas de aeronáutica durante jornadas de tres días. Este último programa ha demostrado que la conexión directa con profesionales de la NASA hace la experiencia real y emocionante para los estudiantes, posicionándolos como verdaderos solucionadores de problemas e innovadores.

La iniciativa *Build To Launch: A STEAM Exploration Series,* desarrollada en colaboración entre *LEGO Education* y la NASA en el marco de la misión Artemis I, representa un ejemplo paradigmático de integración del enfoque STEAM con el contexto aeroespacial en niveles de educación K-12. Adicionalmente, a través de alianzas público-privadas con líderes del sector comercial, tecnológico y mediático, la NASA ha expandido su alcance digital en más de 15 millones de interacciones en el año fiscal 2025, y en los últimos dos años más de 9,5 millones de estudiantes han participado en contenidos colaborativos relacionados con la Estación Espacial Internacional y el Telescopio Espacial James Webb. Esta capacidad de vinculación entre misiones espaciales reales y aprendizaje escolar constituye un modelo de referencia para el diseño de experiencias pedagógicas STEAM con orientación aeroespacial en cualquier contexto educativo.

En diciembre de 2022, los Estados miembros de la ESA aprobaron oficialmente la visión *Space for Education* 2030 (S4E 2030), un plan estratégico de largo plazo que posiciona a la agencia a la vanguardia de la innovación educativa, con el propósito de preparar a las nuevas generaciones para empleos que aún no han sido creados, tecnologías que todavía no han sido inventadas y problemas que aún no han sido anticipados. Este marco estratégico, alineado con la visión de la OCDE para la educación del siglo XXI, constituye el referente europeo más ambicioso en materia de articulación entre exploración espacial y educación STEAM.

La ESA implementa su estrategia educativa a través de la Red de Oficinas Europeas de Recursos Educativos Espaciales (ESERO), que utiliza temáticas espaciales y la fascinación genuina que los jóvenes sienten por el espacio para mejorar la alfabetización y competencia en materias STEM, desmontando el equivocado concepto de que la ciencia es solo para mentes privilegiadas y convirtiendo el espacio en parte de la vida cotidiana. Actualmente la ESA tiene establecidas oficinas ESERO en 22 Estados miembros, cada una cofinanciada con autoridades educativas nacionales y adaptada a los sistemas curriculares locales, lo que garantiza la pertinencia contextual de las iniciativas en cada territorio.

Para el ciclo escolar 2025-2026, la ESA ofrece cinco proyectos escolares activos que sintetizan el enfoque STEAM en contextos aeroespaciales auténticos: Astro Pi, que permite a estudiantes programar computadoras *Raspberry Pi* a bordo de la Estación Espacial Internacional; *Moon Camp,* que desafía a jóvenes hasta 19 años a diseñar hábitats lunares usando herramientas de diseño 3D y basado en juegos; *CanSat,* en el que estudiantes construyen y lanzan satélites del tamaño de una lata de refresco; *Climate Detectives*, orientado a la investigación del medioambiente terrestre; y *Mission X*, donde los participantes entrenan físicamente como astronautas. Estos proyectos no solo profundizan el

conocimiento en ciencias e ingeniería, sino que desarrollan competencias de trabajo en equipo, resolución de problemas y pensamiento crítico en escenarios que replican fielmente los desafíos reales de las misiones espaciales, constituyendo modelos pedagógicos de alta relevancia para la presente investigación.

En el contexto latinoamericano, la producción de iniciativas STEAM ha experimentado un crecimiento sostenido durante el periodo analizado, impulsado por organizaciones de la sociedad civil, fundaciones internacionales, redes académicas y programas gubernamentales. La Fundación *Siemens Stiftung* ha contribuido al establecimiento de seis regiones STEAM en América Latina entre ellas Medellín (Colombia), Tacna y Lima (Perú), Macrozona Sur y Valparaíso (Chile) y el Estado de México, cuyo objetivo central es que las alianzas regionales influyan con mayor peso en las agendas educativas locales y coordinen proyectos de manera más efectiva en torno a los desafíos del siglo XXI. La inclusión de Medellín como región STEAM es especialmente significativa para el presente estudio, dado que Colombia constituye uno de los países con mayor presencia en el corpus analizado y uno de los contextos geográficos identificados en la red de coocurrencia de palabras clave.

La Red STEM Latinoamérica, compuesta por más de 180 instituciones asociadas de 14 países y promovida por la Fundación Siemens Stiftung, representa la red de mayor escala regional para la articulación de iniciativas STEAM en contextos de educación primaria, secundaria y universitaria, con recursos educativos abiertos adaptados a los currículos nacionales de cada país. En el caso colombiano, el programa *Science Clubs Colombia* (Clubes de Ciencia Colombia) constituye una iniciativa pionera de fortalecimiento de capacidades STEAM liderada por científicos voluntarios para involucrar a jóvenes de comunidades vulnerables en la ciencia, articulando colaboraciones internacionales sostenidas mediante la movilidad de la diáspora científica colombiana y operando a través de talleres intensivos de aprendizaje basado en proyectos tanto en zonas urbanas como rurales.

El programa STEAM de las Américas, en alianza con *UC San Diego Extension,* ha ofrecido durante más de 13 años educación STEAM de calidad en español a estudiantes y docentes de América Latina, integrando laboratorios STEAM, campamentos de verano para estudiantes de secundaria y talleres de formación docente en metodologías de aprendizaje basado en proyectos, con especial atención a comunidades hispanas en situación de vulnerabilidad educativa. Finalmente, la Alianza de Educación STEAM de las Américas, respaldada por el Departamento de Estado de los Estados Unidos y *Partners of the Americas*, representa el esfuerzo de articulación más reciente entre instituciones latinoamericanas y norteamericanas para conectar profesionales emergentes en campos STEAM incluyendo ingeniería biomédica, computación cuántica e ingeniería ambiental mediante programas de intercambio académico y profesional.

En síntesis, el panorama de iniciativas institucionales a nivel global, europeo y latinoamericano confirma que la educación STEAM con orientación aeroespacial se ha consolidado como una agenda activa y multidimensional, respaldada por agencias espaciales de primer nivel como la NASA y la ESA, por redes regionales como la Red STEM Latinoamérica y *Siemens Stiftung,* y por programas comunitarios e institucionales como *Science Clubs Colombia* y el Portal CREA. Este ecosistema de iniciativas

constituye el contexto institucional desde el cual los 123 artículos del corpus adquieren relevancia práctica y aplicada, al documentar, evaluar y proponer estrategias pedagógicas orientadas a la formación de las competencias científicas, tecnológicas, artísticas e ingenieriles que demanda el desarrollo aeroespacial del siglo XXI (Westphal, 2015; Kelley & Knowles, 2016; Martín-Páez et al., 2019).

En Colombia, los avances en la investigación y práctica de la educación STEAM se han dado a través de iniciativas específicas que buscan responder a las necesidades educativas locales. Entre ellas se encuentra el diseño de aulas STEM en instituciones educativas, como la propuesta desarrollada en Cúcuta, donde se evaluó el impacto pedagógico y la viabilidad costo-beneficio de implementar espacios especializados que fomenten un aprendizaje interdisciplinario y práctico (Richard, 2020).

Asimismo, los proyectos de robótica educativa en entornos rurales han demostrado ser una herramienta valiosa para el desarrollo de competencias en resolución de problemas. A través de metodologías como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y la Investigación Acción Participativa (IAP), se han generado experiencias pedagógicas que colocan al estudiante en el centro del proceso educativo, al tiempo que fortalecen el papel del docente como guía y facilitador (Escobar, & Runceria, 2017).

Otra iniciativa significativa corresponde a las estrategias de correspondencia científica entre investigadoras y niñas, que buscan despertar vocaciones tempranas en STEM y reducir la brecha de género en estas disciplinas. Mediante la interacción directa con modelos femeninos en ciencia, esta iniciativa fomenta la motivación, el pensamiento crítico y la confianza en las niñas, contribuyendo a derribar estereotipos de género y a promover una mayor equidad en el acceso a carreras científicas (MetaFlip, n.d.).

En síntesis, aunque en Colombia las experiencias aún son incipientes y dispersas, estas iniciativas reflejan un creciente interés por fortalecer la educación STEAM en diversos niveles educativos, respondiendo tanto a necesidades pedagógicas como a desafíos sociales y de equidad.

Del análisis bibliométrico y temático emergen varios vacíos relevantes en la investigación sobre educación STEAM con enfoque aeroespacial. En primer lugar, se evidencia una escasez de estudios en educación secundaria en Latinoamérica, donde este enfoque aún no se ha incorporado de manera sistemática en los currículos escolares. De igual modo, se identifica la falta de formación docente especializada en STEAM, lo que limita la implementación pedagógica de metodologías innovadoras y dificulta la consolidación de aprendizajes significativos en el aula.

Otro hallazgo relevante es el predominio de investigaciones de carácter técnico o en educación universitaria, mientras que los contextos escolares continúan siendo poco explorados. Finalmente, se observa una carencia de estudios comparativos en Colombia que permitan evaluar de manera rigurosa el impacto de las estrategias STEAM con orientación aeroespacial en variables como el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes, lo cual representa una oportunidad clave para futuras investigaciones.

Discusión de resultados:

El análisis bibliométrico permitió identificar cinco clústeres principales que agrupan los enfoques de investigación en torno a la educación STEAM y el campo aeroespacial: aprendizaje activo en ingeniería, aplicaciones aeroespaciales y mecánicas, formación de estudiantes y maestros, educación colaborativa y prácticas en ingeniería espacial. Cada uno de estos núcleos temáticos refleja tendencias consolidadas en la literatura internacional y evidencia una progresiva convergencia entre pedagogía, tecnología e innovación aplicada.

El clúster de aprendizaje activo pone en primer plano la implementación de metodologías como el aprendizaje basado en proyectos y en problemas, orientadas a la resolución de desafíos reales del sector aeroespacial. El segundo clúster destaca el desarrollo de prototipos, simulaciones y aplicaciones mecánicas como estrategias para fortalecer competencias técnicas y de diseño. Por su parte, el eje de formación de estudiantes y docentes subraya la necesidad de fortalecer capacidades pedagógicas y disciplinares para una integración efectiva de STEAM en distintos niveles educativos.

El componente de educación colaborativa evidencia la importancia de redes digitales, trabajo interdisciplinario y cooperación internacional en la construcción de conocimiento. Finalmente, el clúster centrado en prácticas en ingeniería espacial resalta la relevancia de experiencias auténticas, laboratorios y proyectos experimentales como puente entre la teoría y la práctica. En conjunto, estos clústeres permiten comprender la estructura conceptual del campo y evidencian una evolución hacia enfoques cada vez más integrados y orientados a la aplicación contextualizada del conocimiento científico y tecnológico.

Estos resultados dialogan con teorías educativas como el constructivismo social de Vygotsky, que destaca la importancia del aprendizaje colaborativo y mediado, y el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), que fomenta competencias técnicas y transversales a partir de la resolución de problemas en contextos reales. No obstante, la mayoría de los estudios revisados se concentran en el ámbito universitario o en proyectos de carácter técnico, lo que deja en segundo plano la educación secundaria y básica, particularmente en América Latina.

Desde una perspectiva internacional, iniciativas como Microsoft Hacking STEM, el Portal CREA Siemens o la incorporación de *TinkerCad* e impresión 3D demuestran que la integración de la cultura *maker*, el pensamiento de diseño y la interdisciplinariedad fortalecen la innovación educativa y promueven competencias del siglo XXI. Sin embargo, al compararlas con el contexto latinoamericano, emerge una brecha importante: la escasez de estudios aplicados a niveles escolares y la falta de formación docente especializada en STEAM limitan la adopción de estas metodologías de manera sistemática. Esto se refleja también en las limitaciones de los artículos revisados, que en su mayoría no contemplan diseños comparativos ni evaluaciones longitudinales que permitan medir con precisión el impacto de las estrategias en el rendimiento y la motivación estudiantil.

Aunque el instrumento propuesto para evaluar competencias pedagógicas, didácticas y en TIC ofrece un diagnóstico inicial útil para comprender brechas en la educación básica y secundaria, su enfoque

corre el riesgo de reproducir una visión tecnocrática de la innovación sin atender las condiciones estructurales que limitan su aplicación real. Como señalan Martín, González Caballero y Avendaño Fernández (2022), la adopción de modelos STEAM+H y pensamiento computacional debe ir más allá de la medición de capacidades individuales para implicar una transformación pedagógica profunda que articule la práctica docente con las necesidades contextuales, la equidad territorial y la sostenibilidad. Sin un acompañamiento formativo continuo y políticas educativas coherentes, los instrumentos de evaluación pueden perpetuar desigualdades en lugar de superarlas.

En Colombia, los avances en educación STEAM han estado representados principalmente por proyectos piloto como el diseño de aulas STEM, la incorporación de la robótica educativa en zonas rurales y diversas iniciativas orientadas a reducir la brecha de género en el acceso y permanencia en carreras científicas y tecnológicas (Escobar, & Runceria, 2017). Estas experiencias han permitido generar aprendizajes significativos, fortalecer competencias en estudiantes y visibilizar el potencial transformador de la interdisciplinariedad. No obstante, su implementación suele depender de convocatorias temporales, alianzas específicas o liderazgos institucionales aislados, lo que limita su sostenibilidad y escalabilidad en el tiempo. La falta de continuidad, acompañamiento sistemático y evaluación de impacto a mediano y largo plazo impide que estas iniciativas trasciendan el carácter experimental para convertirse en políticas consolidadas de integración curricular.

Este panorama coincide con uno de los vacíos identificados en la literatura: la escasa producción investigativa que articule de manera estructurada las prácticas educativas locales con los lineamientos de política nacional, generando modelos replicables y contextualizados que respondan tanto a las necesidades territoriales como a los objetivos estratégicos del país en ciencia, tecnología e innovación.

El Ministerio de Educación Nacional, a través de su estrategia STEM+ para la vida (MEN, 2021), plantea lineamientos orientados a fortalecer la innovación pedagógica, la interdisciplinariedad y el aprendizaje activo como ejes para la transformación educativa en el país. Esta iniciativa reconoce la necesidad de articular ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas con las realidades territoriales y los desafíos del desarrollo sostenible. Sin embargo, la revisión de literatura evidencia que persiste una brecha entre el discurso normativo y su implementación efectiva en las instituciones educativas.

En particular, no se observa una alineación sistemática entre estas políticas y proyectos de investigación aplicada que permitan consolidar rutas formativas contextualizadas, especialmente en campos estratégicos como el aeroespacial. La ausencia de orientaciones específicas para integrar este enfoque en el currículo limita su potencial como motor de motivación científica y proyección vocacional, reduciendo su alcance a experiencias aisladas más que a una política educativa estructurada y sostenible.

Las implicaciones para la formación docente son particularmente relevantes. La revisión evidencia que, sin programas sistemáticos de capacitación en metodologías STEAM, los docentes enfrentan barreras para incorporar enfoques interdisciplinarios y prácticas innovadoras en el aula. Esto coincide con las conclusiones de Bowers y Ernst (2018), quienes subrayan que la preparación docente debe ir más allá de contenidos técnicos, incluyendo habilidades pedagógicas y competencias transversales como la

creatividad, la resolución de problemas y la colaboración. En este sentido, se requiere un esfuerzo articulado entre universidades, centros de investigación y el MEN para fortalecer la formación inicial y continua de los maestros en estas áreas.

Vale la pena detenerse también en la dimensión curricular del problema. La ausencia de secuencias didácticas estructuradas con enfoque STEAM aeroespacial en los planes de estudio de las licenciaturas en educación de la región boyacense refleja una paradoja: los futuros maestros se forman en instituciones que reconocen el valor de la innovación pedagógica, pero que aún no han traducido ese reconocimiento en cambios concretos de sus programas. Esa brecha entre el discurso institucional y la práctica formativa se convierte, con el tiempo, en una barrera para la adopción de enfoques renovadores en las aulas de educación básica y media. Superar esa brecha requiere no solo voluntad institucional, sino también procesos de acompañamiento, recursos adecuados y una cultura evaluativa orientada a la mejora continua.

En ese marco, cobra especial relevancia el diseño de rutas de formación docente que combinen el conocimiento disciplinar aeroespacial con competencias pedagógicas sólidas. La investigación revisada sugiere que los docentes que participan en comunidades de práctica, que tienen acceso a experiencias de aprendizaje situado y que reciben retroalimentación continua sobre su desempeño, muestran mayores niveles de apropiación de las metodologías STEAM. Esto implica que la formación no puede reducirse a talleres aislados o a la transmisión de contenidos técnicos, sino que debe concebirse como un proceso continuo, reflexivo y anclado en la práctica cotidiana del aula.

Finalmente, la relevancia de este estudio para Latinoamérica y Colombia radica en la necesidad de superar la fragmentación de las experiencias y generar evidencia empírica sólida que permita evaluar el impacto de las estrategias STEAM con enfoque aeroespacial. Los vacíos identificados abren la oportunidad de avanzar hacia investigaciones comparativas y longitudinales, que midan de manera rigurosa los efectos en el rendimiento académico, la motivación y la equidad educativa. Asimismo, la articulación entre los hallazgos de la investigación y las políticas públicas es fundamental para consolidar un modelo educativo que prepare a los estudiantes para los retos del siglo XXI y fortalezca la competitividad regional en sectores estratégicos como el aeroespacial.

Conclusiones

La presente revisión sistemática de literatura, conducida bajo el protocolo de Tranfield et al. (2003) y reportada conforme a las directrices PRISMA 2020 (Page et al., 2021), analizó un corpus de 123 artículos provenientes de cuatro bases de datos internacionales, *EBSCOhost Education Source*, LISTA, ScienceDirect y Scopus, con el propósito de identificar las tendencias, enfoques pedagógicos y vacíos en la producción científica sobre educación STEAM con orientación aeroespacial. Los hallazgos obtenidos, tanto desde el análisis bibliométrico realizado con VOSviewer como desde la síntesis temática de la matriz de extracción de datos, permiten formular las siguientes conclusiones.

La producción científica sobre educación STEAM con enfoque aeroespacial ha mostrado un crecimiento sostenido entre 2020 y 2026, con una aceleración visible en el periodo 2024-2025, tal como

lo confirma el mapa de superposición temporal de la red de coocurrencia. Sin embargo, este crecimiento se concentra predominantemente en contextos asiáticos, particularmente Malasia, Corea del Sur y China, y anglosajones, con una presencia significativamente menor de investigaciones provenientes de América Latina y de Colombia en particular. Esta asimetría geográfica en la producción del conocimiento constituye una limitación estructural del campo y señala con claridad una oportunidad de investigación para los sistemas universitarios de la región, especialmente aquellos con programas de licenciatura en ciencias naturales, tecnología e ingeniería.

El análisis de la matriz de extracción de datos y los clústeres temáticos identificados en VOSviewer revelan que la mayor parte de los estudios revisados se concentra en contextos de educación superior, dejando al descubierto una brecha significativa en investigaciones aplicadas a la educación secundaria. Este hallazgo es coherente con lo documentado en el Clúster 1 (*colleges, universities, and professional schools*) como el núcleo de mayor densidad en la red de coocurrencia. Dado que la educación secundaria constituye la etapa formativa en la que se consolidan las vocaciones científicas y tecnológicas, condición indispensable para nutrir el sector aeroespacial de profesionales calificados, esta ausencia representa uno de los vacíos más urgentes en la literatura. La educación no puede permanecer ajena a la aceleración tecnológica ni a la creciente complejidad de los problemas globales, y precisamente en la educación secundaria reside el mayor potencial transformador de una agenda STEAM aeroespacial con vocación de equidad (Westphal, 2015; Brophy et al., 2008).

Los resultados del análisis temático y de la red de coocurrencia muestran que el aprendizaje basado en proyectos (*project-based learning*), el enfoque por indagación, la gamificación y la robótica educativa constituyen las estrategias pedagógicas más frecuentemente documentadas en el corpus como mediadoras del enfoque STEAM en contextos de ingeniería y tecnología aeroespacial. Estos enfoques son consistentes con los descriptores del Clúster 3 *learning, teaching methods, problem solving, engineering students* y con los hallazgos de los autores más citados en la red de coautoría, como Youngsu Cha, Lila Halim y Mohammad Sattar Rasul, cuyas líneas de investigación articulan metodologías activas con formación técnica en contextos STEM/STEAM. Las experiencias revisadas demuestran que, cuando se dan las condiciones adecuadas: docentes formados, recursos pertinentes, currículos contextualizados y políticas sostenidas, el aprendizaje se profundiza, la motivación se incrementa y los estudiantes desarrollan una visión más amplia de su propio potencial (Kelley & Knowles, 2016; Martín-Páez et al., 2019).

Uno de los vacíos más consistentemente identificados en el corpus es la insuficiencia de investigaciones sobre formación docente especializada en STEAM aeroespacial. Si bien el Clúster 3 de la red de coocurrencia incluye descriptores como *teachers, teacher development y teacher training*, la mayoría de los estudios los aborda de manera tangencial, sin constituirlos como objeto central de investigación. Este hallazgo es especialmente relevante en el contexto colombiano, donde la implementación curricular del enfoque STEAM depende directamente de la capacidad pedagógica de los docentes en ejercicio y en formación. Sin docentes con competencias interdisciplinares sólidas, capacidad de diseño curricular contextualizado y dominio de metodologías activas, cualquier iniciativa

STEAM por bien financiada que esté enfrenta el riesgo de quedar reducida a una experiencia puntual sin impacto sostenido en el aprendizaje (English, 2016; Donthu et al., 2021).

El mapa de superposición temporal confirma que los descriptores de mayor presencia en el *corpus digital technology, educational innovations, critical thinking, stem education*, corresponden al periodo 2024-2025, lo que indica que el campo está en plena transición hacia la incorporación de inteligencia artificial, herramientas de diseño digital como *TinkerCad,* impresión 3D, gamificación y aprendizaje basado en retos reales como componentes pedagógicos del enfoque STEAM. Esta tendencia es coherente con el ecosistema de iniciativas globales identificadas en la revisión NASA OSTEM, *ESA Space for Education* 2030, *Microsoft Hacking STEM*, Portal CREA Siemens, que comparten el denominador común de articular tecnología emergente con experiencias de aprendizaje auténtico en contextos aeroespaciales (Barbosa et al., 2024; Cateté et al., 2014).

El análisis identifica un vacío metodológico relevante: la escasez de investigaciones con diseños longitudinales o comparativos que permitan medir con rigor el impacto sostenido de las estrategias STEAM sobre el rendimiento académico, la motivación, la equidad educativa y la orientación vocacional hacia carreras aeroespaciales. La mayoría de los estudios del corpus reporta experiencias puntuales o revisiones de literatura, pero son escasos los estudios que hacen seguimiento a cohortes de estudiantes en el tiempo o que comparan la efectividad de diferentes enfoques pedagógicos en contextos socioculturales distintos. Esta limitación condiciona la solidez de las recomendaciones que pueden formularse desde la evidencia disponible y señala una agenda de investigación prioritaria para los próximos años.

La educación STEAM con orientación aeroespacial representa una línea estratégica con alto potencial formativo e innovador para Colombia. Su consolidación, sin embargo, exige superar la fragmentación que hoy existe entre la producción académica, la política pública y la práctica escolar. El dinamismo investigativo a nivel internacional evidenciado en el crecimiento de la red de coocurrencia y en la proliferación de iniciativas institucionales como las de la NASA, la ESA, la Red STEM Latinoamérica y *Science Clubs* Colombia, contrasta con la limitada implementación contextualizada en la educación secundaria colombiana, lo que señala a la vez una oportunidad y una responsabilidad. Desde esta perspectiva, Boyacá y los demás departamentos que albergan universidades con programas de licenciatura tienen la posibilidad concreta de convertirse en laboratorios de innovación educativa donde la investigación y la práctica pedagógica dialoguen de manera permanente. Grupos de investigación como INFELCOM pueden jugar un papel articulador clave, generando evidencia contextualizada, formando capacidades docentes y conectando a los maestros de la región con las redes internacionales de conocimiento en educación STEAM aeroespacial.

Más allá de los hallazgos técnicos y metodológicos, la revisión sistemática realizada permite afirmar que la transformación educativa que demanda el enfoque STEAM aeroespacial no puede reducirse a cambios instrumentales ni a la simple adopción de tecnologías. Implica, en el fondo, una revisión profunda de los valores que orientan la educación: la valoración de la curiosidad como motor del conocimiento, el respeto por el error como parte constitutiva del aprendizaje, la apertura a la

interdisciplinariedad como condición epistemológica y el compromiso con la equidad como principio ético irrenunciable. Solo cuando esos valores impregnan la cultura institucional de las universidades, las escuelas secundarias y los sistemas de formación docente, es posible que iniciativas como las descritas en esta revisión dejen de ser experimentos aislados y se conviertan en prácticas pedagógicas cotidianas, enraizadas, sostenibles y transformadoras. La integración de la educación STEAM con el campo aeroespacial no es un lujo pedagógico ni una tendencia pasajera: es una respuesta necesaria para preparar ciudadanos capaces de comprender, cuestionar y transformar el mundo en el que viven (Martín-Páez et al., 2019; Kelley & Knowles, 2016; Westphal, 2015).

Desde la perspectiva regional, Boyacá y los demás departamentos que albergan universidades con programas de licenciatura tienen una oportunidad concreta: convertirse en laboratorios de innovación educativa donde la investigación y la práctica pedagógica dialoguen de manera permanente. Los grupos de investigación como INFELCOM pueden jugar un papel articulador clave, generando evidencia, formando capacidades y conectando a los docentes de la región con las redes internacionales de conocimiento. Esa articulación entre lo local y lo global es, precisamente, uno de los rasgos distintivos de los sistemas educativos que han logrado incorporar el enfoque STEAM de manera sostenida y equitativa.

La unión entre la educación STEAM y el campo aeroespacial no representa una opción curricular entre muchas, sino una apuesta pedagógica estratégica para preparar ciudadanos capaces de comprender, cuestionar y transformar el mundo en que viven. Cuando los estudiantes resuelven problemas reales de ingeniería, diseñan experimentos con proyección espacial o aplican pensamiento científico interdisciplinar, no solo aprenden ciencias: desarrollan las competencias que el siglo XXI exige y que ninguna disciplina aislada puede cultivar por sí sola (Kelley & Knowles, 2016; Martín-Páez et al., 2019). Para Colombia, esta integración tiene además una dimensión de soberanía científica: apostar por la educación STEAM aeroespacial como política de Estado, como práctica docente sostenida y como visión de país, es la condición necesaria para que las próximas generaciones no solo consuman los avances tecnológicos del mundo, sino que participen activamente en su construcción (Westphal, 2015).

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), por el respaldo académico e institucional brindado para el desarrollo de la presente investigación. Asimismo, al grupo de investigación INFELCOM por el acompañamiento científico y los espacios de discusión académica que fortalecieron el análisis realizado.

Se reconoce el apoyo de Minciencias y MEN en los procesos de formación e investigación en el área aeroespacial, así como las experiencias académicas internacionales que contribuyeron a la consolidación del enfoque del estudio.

Referencias:

Alejo, B. P., & Aparicio, A. F. (2021). *La planificación de estrategias de enseñanza en un entorno virtual de aprendizaje*. Revista Científica UISRAEL, *8*(1), 59–76. https://doi.org/10.35290/rcui.v8n1.2021.341

Barbosa, A., Vale, I., & Alvarenga, D. (2024). *The use of Tinkercad and 3D printing in interdisciplinary STEAM education: A focus on engineering design*. STEM Education, 4(3), 222-246. https://doi.org/10.3934/steme.2024014

Barrett, B. S., Moran, A. L., & Woods, J. E. (2014). La meteorología se une a la ingeniería: un módulo interdisciplinario de STEM para estudiantes de secundaria y educación secundaria. Revista Internacional de Educación STEM, 1(1), 1-6. https://doi.org/10.1186/2196-7822-1-6

Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M., & Rogers, C. (2008). Advancing engineering education in P-12 classrooms. Journal of Engineering Education, 97(3), 369–387. https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2008.tb00985.x

Cateté, V., Wassell, K., & Barnes, T. (2014). Use and development of entertainment technologies in after school STEM program. Microsoft. https://doi.org/10.1145/2538862.2538952

Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research, 133*, 285–296. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070

English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. International Journal of STEM Education, 3(3), 1–8. https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1

Escalona, T. Z., Cartagena, Y. G., & González, D. S. R. (2018). Educación para el sujeto del siglo XXI: principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional. SciSpace - Paper. https://scispace.com/papers/educacion-para-el-sujeto-del-siglo-xxi-principales-483s18j9xm

Escobar, N, & Runceria, J. (2017, November 21). Robótica educacional: herramienta para incentivar la educación STEM en las escuelas rurales. https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/1309

European Space Agency. (2022). Space for Education 2030: ESA education programme vision and plan. ESA. https://www.esa.int/Education/With_space_at_the_forefront_of_education

Gentile, L., Caudill, L., Fetea, M., Hill, A., Hoke, K., Lawson, B., ... & Szajda, D. (2012). Desafiando los límites disciplinarios en el primer año: Un nuevo curso introductorio integrado de ciencias para estudiantes de STEM. Revista de Enseñanza de Ciencias Universitarias, 41(5), 44-50.

Henriksen, D. (n.d.). Full STEAM ahead: Creativity in excellent STEM teaching practices. Scholarship @ Claremont.

Hernández-de-Menéndez, M., et al. (2019). Aerospace engineering education: Global trends and challenges. Education Sciences, 9(2), 144.

Herro, D., & Quigley, C. (2016). Exploring teachers' perceptions of STEAM teaching through professional development: implications for teacher educators. Professional Development in Education, 43(3), 416–438.

Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. International Journal of STEM Education, 3(11), 1–11. https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z

Liseth, S. R. D. (2020). Condiciones de posibilidad de la perspectiva STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) y sus relaciones con la Enseñanza de la Biología. http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/13193

Lyu, Q., Chen, W., Su, J., & Heng, K. H. (2023). Collaborate like expert designers: An exploratory study of the role of individual preparation activity on students' collaborative learning. The Internet and Higher Education, 59, 100920. https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2023.100920

Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education. International Journal of STEM Education, 6(2).

Marín, A., Cano, J., & Mazo, A. (2023). Apropiación de la educación STEM/STEAM en Colombia: una revisión a la producción de trabajos de grado. Revista Científica, 47(2), 55-70. https://doi.org/10.14483/23448350.20473

Martín, N. C. R., Fernández, E. A., & Caballero, R. G. G. (2022). Diseño de instrumento para evaluar competencia pedagógica, didáctica y en TIC: Ruta desde primaria con pensamiento computacional y STEAM+H hacia la ingeniería en la universidad. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería. https://doi.org/10.26507/paper.2653

Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. Science Education, 103(4), 799–822. https://doi.org/10.1002/sce.21522

Maturrano, E. F. L. (2020). La investigación cualitativa en Ciencias Humanas y Educación. Criterios para elaborar artículos científicos. EDUCARE ET COMUNICARE Revista de Investigación de la Facultad de Humanidades, 8(2), 56–66. https://doi.org/10.35383/educare.v8i2.536

Nadelson, L. S., & Seifert, A. L. (2017). Integrated STEM defined: Contexts, challenges, and the future. The Journal of Educational Research, 110(3), 221–223. https://doi.org/10.1080/00220671.2017.1289775

NASA Office of STEM Engagement. (2025). STEM engagement 2025 impacts. NASA. https://www.nasa.gov/learning-resources/stem-engagement/stem-impacts/

Pakpahan, F. H., & Saragih, M. (n.d.). Theory of cognitive development by Jean Piaget. https://doi.org/10.52622/joal.v2i2.79

Papert, S. (1984). New theories for new learnings. School Psychology Review, 13(4), 422–428. https://doi.org/10.1080/02796015.1984.12085122

Peña, I. (2017). Preparing learners for the aerospace workforce. Aerospace Education Review, 25(3), 45–60.

Peters, T., & Ogilvie, C. (2019). A quantitative analysis of the near transfer of learning from calculus to subsequent engineering courses. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 51(7), 1088–1097. https://doi.org/10.1080/0020739x.2019.1656825

Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. The Technology Teacher. https://www.teachmeteamwork.com/files/sanders.istem.ed.ttt.istem.ed.def.pdf

Shulman, L. S. (1987). Conocimiento y enseñanza: Fundamentos de la nueva reforma. Revista Educativa de Harvard, 57(1), 1–22. https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411

Siemens Stiftung. (2024, August 22). Working Area Education – Siemens Stiftung. https://www.siemens-stiftung.org/en/foundation/education/

Stohlmann, M., Moore, T., & Roehrig, G. (2012). Considerations for Teaching Integrated STEM education. Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER), 2(1), 28–34. https://doi.org/10.5703/1288284314653

Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Pauw, J. B., Dehaene, W., Deprez, J., De Cock, M., Hellinckx, L., Knipprath, H., Langie, G., Struyven, K., Van De Velde, D., Van Petegem, P., & Depaepe, F. (2018). Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. European Journal of STEM Education, 3(1). https://doi.org/10.20897/ejsteme/85525

Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. British Journal of Management, 14(3), 207–222. https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375

Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). VOSviewer: A computer program for bibliometric mapping. Scientometrics, 84(2), 523–538. https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3

Westphal, D. (2015). Crisis of human capital in aerospace: It's all about the STEM. Defense AT&L Magazine. Defense Acquisition University.

Yakman, G. (2008). STEAM education: An overview of creating a model of integrative education. PATT Conference Proceedings.

Zambrano Briones, M. A., Hernández Díaz, A., & Mendoza Bravo, K. L. (2022). El aprendizaje basado en proyectos como estrategia didáctica. Revista Conrado, 18(84),172-182.

CAPÍTULO 2

Desarrollo y evaluación funcional de una plataforma de juegos serios para el entrenamiento de funciones ejecutivas en estudiantes de medicina

Luis Carlos Rodríguez Timaná[1], Juan de Dios Villegas[1]

[1] Fundación Universitaria San Martín – Sede Cali

Sobre los autores

Luis Carlos Rodríguez Timaná: Ingeniero Electrónico, Magíster en Informática, candidato a Doctor en Ciencias Aplicadas por la Universidad Santiago de Cali y candidato a Doctor en Ingeniería Eléctrica por la Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Docente cátedra de la Fundación Universitaria San Martín – Sede Cali

Correspondencia: luis.crodriguez@sanmartin.edu.co

Juan de Dios Villegas: Juan de Dios Villegas Perea es médico cirujano formado en la Universidad Libre de Cali, con maestrías en Salud Pública y formación adicional en administración y gerencia en salud. Se desempeña como decano de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Fundación Universitaria San Martín, sede Cali.

Correspondencia: sanmartin.coordinacionclinica@gmail.com

Resumen

Este artículo presenta el desarrollo y la evaluación funcional inicial de una plataforma de juegos serios orientada al entrenamiento de funciones ejecutivas en estudiantes de medicina. El proyecto se ejecutó mediante un enfoque aplicado de diseño, prototipado funcional y prueba piloto exploratoria de usabilidad percibida. La plataforma integra registro del estudiante, selección de modalidad de entrenamiento, seis módulos interactivos, retroalimentación inmediata y almacenamiento de indicadores de desempeño. Los tres primeros módulos entrenan funciones ejecutivas transversales mediante tareas de memoria de trabajo, control inhibitorio y flexibilidad cognitiva; los tres módulos restantes trasladan dichas habilidades a escenarios de diagnóstico rápido, farmacología clínica y emergencias-triage. La evaluación funcional verificó navegación, claridad de instrucciones, progresión de dificultad, respuesta a entradas del usuario, registro de aciertos, errores y tiempos de respuesta. Adicionalmente, cinco usuarios piloto interactuaron con el sistema y respondieron la escala System Usability Scale (SUS), obteniéndose un promedio de 92,0/100 y una desviación estándar de 3,26. Este resultado sugiere una percepción inicial muy favorable de usabilidad, aunque no constituye una validación amplia ni evidencia de eficacia educativa. El aporte principal del estudio corresponde a una arquitectura modular que integra

entrenamiento ejecutivo transversal y transferencia contextualizada hacia tareas clínicas simuladas, como base para futuras evaluaciones pretest-postest con estudiantes de medicina.

Palabras clave: juegos serios; funciones ejecutivas; educación médica; entrenamiento cognitivo; usabilidad; simulación clínica.

Abstract

This article presents the development and initial functional evaluation of a serious games platform aimed at training executive functions in medical students. The project followed an applied design approach, including functional prototyping and an exploratory pilot usability assessment. The platform integrates student registration, training modality selection, six interactive modules, immediate feedback, and storage of performance indicators. The first three modules train transversal executive functions through working memory, inhibitory control, and cognitive flexibility tasks; the remaining three modules transfer these skills to rapid diagnosis, clinical pharmacology, and emergency triage scenarios. The functional evaluation verified navigation, instruction clarity, progressive difficulty, user input response, and recording of correct answers, errors, and response times. Additionally, five pilot users interacted with the system and completed the System Usability Scale (SUS), obtaining a mean score of 92.0/100 and a standard deviation of 3.26. This result suggests a highly favorable initial perception of usability, although it does not constitute broad validation or evidence of educational effectiveness. The main contribution of the study is a modular architecture that integrates transversal executive training and contextualized transfer to simulated clinical tasks, as a basis for future pretest-posttest evaluations with medical students.

Keywords: serious games; executive functions; medical education; cognitive training; usability; clinical simulation.

Introducción

La formación médica demanda que el estudiante procese grandes volúmenes de información, tome decisiones bajo presión temporal y mantenga autocontrol ante situaciones académicas y clínicas complejas. Estas exigencias dependen de funciones ejecutivas como memoria de trabajo, control inhibitorio y flexibilidad cognitiva. Desde el modelo clásico de Miyake et al. (2000), estas funciones se entienden como procesos parcialmente diferenciables pero interrelacionados, asociados con actualización de información, inhibición de respuestas dominantes y cambio de reglas o estrategias. Diamond (2013) resalta que dichas funciones permiten mantener la atención, resistir impulsos, resolver problemas novedosos y actuar de manera orientada a objetivos.

La memoria de trabajo, entendida como un sistema de almacenamiento y manipulación temporal de información, resulta fundamental para integrar síntomas, antecedentes, signos vitales y hallazgos semiológicos durante la resolución de casos (Baddeley, 1992). El control inhibitorio permite frenar respuestas automáticas o conclusiones prematuras, mientras que la flexibilidad cognitiva permite modificar hipótesis cuando aparecen nuevos datos. Estas habilidades son relevantes para el razonamiento clínico, la priorización de tareas y la toma de decisiones en contextos inciertos.

La teoría de la carga cognitiva advierte que el aprendizaje de tareas complejas puede afectarse cuando la demanda mental excede la capacidad disponible del estudiante (Sweller, 1988; van Merrienboer & Sweller, 2010). Por ello, los entornos de entrenamiento deben graduar la dificultad, reducir información irrelevante y favorecer la construcción progresiva de esquemas de conocimiento. En este escenario, los juegos serios ofrecen un entorno interactivo donde el reto puede graduarse, el error puede convertirse en retroalimentación inmediata y la experiencia de aprendizaje puede vincularse con situaciones clínicas simuladas.

La evidencia sobre juegos serios en educación médica muestra resultados prometedores, aunque no uniformes. Revisiones sistemáticas han informado beneficios potenciales sobre conocimiento, motivación, participación y habilidades, pero también han señalado limitaciones relacionadas con muestras pequeñas, diseños heterogéneos y desenlaces de corto plazo (Gentry et al., 2019; Gorbanev et al., 2018; Graafland et al., 2012; Maheu-Cadotte et al., 2021). En consecuencia, el presente estudio no se plantea como una demostración de eficacia educativa, sino como un desarrollo tecnológico-educativo y una evaluación funcional inicial de una plataforma modular para entrenamiento ejecutivo en educación médica.

Metodología de desarrollo e implementación

Diseño metodológico y alcance del estudio

El estudio siguió un enfoque aplicado de diseño, desarrollo y evaluación funcional inicial. Su alcance fue tecnológico-educativo y exploratorio. Primero se definieron las funciones ejecutivas objetivo y su relación con demandas cognitivas propias de la formación médica. Luego se diseñaron seis módulos organizados en dos niveles de complejidad: un bloque ejecutivo transversal, compuesto por memoria de trabajo, inhibición cognitiva y flexibilidad cognitiva, y un bloque clínico contextualizado, compuesto por diagnóstico rápido, farmacología clínica y emergencias-triage. Finalmente, se realizó una evaluación funcional del prototipo y una prueba piloto exploratoria de usabilidad percibida mediante SUS.

El estudio se delimitó explícitamente como evaluación funcional inicial. Por tanto, los resultados no se interpretan como validación de eficacia, mejora cognitiva o impacto formativo en funciones ejecutivas. Su propósito fue verificar que la plataforma funcionara, que las mecánicas fueran coherentes con las funciones ejecutivas objetivo, que el sistema registrara indicadores básicos de desempeño y que los usuarios piloto percibieran la interfaz como comprensible y usable.

Modelo de desarrollo, entorno técnico y requerimientos

El desarrollo se organizó bajo un modelo iterativo de prototipado funcional inspirado en fases de diseño instruccional tipo ADDIE: análisis de necesidades, diseño de objetivos cognitivos, desarrollo de módulos, implementación funcional y evaluación inicial. Este modelo permitió revisar cada módulo a partir de tres criterios: coherencia entre función ejecutiva y mecánica de juego, claridad de la instrucción y posibilidad de registrar desempeño.

La plataforma fue implementada como prototipo de escritorio de ejecución local, con interfaz gráfica y operación mediante teclado y botones. La arquitectura funcional incluye pantalla de registro, selección de modalidad de entrenamiento, menú de módulos, ejecución de tareas, retroalimentación inmediata y almacenamiento de resultados. El prototipo fue probado en ambiente Windows durante la fase funcional inicial. Los requerimientos mínimos corresponden a un computador de escritorio o portátil con sistema operativo Windows, pantalla convencional, teclado y capacidad de ejecutar el prototipo local. Para futuras versiones se proyecta empaquetar el sistema como aplicación instalable y ampliar su compatibilidad a entornos web.

El almacenamiento de datos se diseñó para generar registros estructurados por sesión. Cada registro puede incluir código de usuario, fecha, módulo ejecutado, nivel, estímulo presentado, respuesta seleccionada, resultado correcto/incorrecto, tiempo de respuesta y cierre de actividad. Esta estructura permite que la plataforma sea utilizada posteriormente en estudios con mediciones pretest-postest, análisis longitudinal del desempeño y comparación entre módulos.

Validación de contenido y revisión clínica

El contenido de los módulos clínicos fue revisado de manera interna por el equipo académico del proyecto, con la participación del médico Juan de Dios Villegas Perea, coautor del manuscrito, médico cirujano, magíster en Salud Pública y decano de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Fundación Universitaria San Martín, sede Cali. Su revisión se orientó a verificar la plausibilidad básica de los casos clínicos, la correspondencia entre síntomas y alternativas diagnósticas en el módulo de diagnóstico rápido, la pertinencia de las opciones farmacológicas en el módulo de farmacología clínica y la coherencia de los criterios generales de priorización utilizados en el módulo de emergencias-triage. Esta revisión permitió depurar el contenido inicial antes de la prueba funcional del prototipo. No obstante, se aclara que este proceso corresponde a una revisión académica y clínica interna, no a una validación externa por panel de expertos ni a una validación psicométrica de los módulos.

Evaluación funcional y prueba piloto de usabilidad

La evaluación funcional verificó acceso al sistema, ingreso de datos del usuario, selección de modalidad, navegación entre módulos, ejecución de tareas, respuesta a entradas por teclado o botón, retroalimentación inmediata, visualización de avance y cierre de actividad. También se revisó la estabilidad básica de la interfaz, consistencia de textos, correspondencia entre respuesta seleccionada y retroalimentación generada, y funcionamiento de las barras de progreso.

Como complemento, se aplicó una prueba piloto exploratoria de usabilidad percibida con cinco usuarios adultos voluntarios, codificados como U1 a U5. Los participantes fueron seleccionados por conveniencia para una primera revisión de navegación, comprensión y facilidad de uso. Esta muestra no se asumió como representativa de estudiantes de medicina ni como base para generalización estadística; su función fue aportar una lectura temprana de interacción usuario-sistema, coherente con fases iniciales de prototipado. Cada usuario recibió una instrucción breve, exploró la pantalla de registro, la selección

de modalidad y los seis módulos, y posteriormente respondió la escala System Usability Scale (SUS). Las observaciones cualitativas se recogieron como comentarios de mejora, sin análisis temático formal.

La escala SUS se calificó siguiendo el procedimiento original de Brooke (1996), transformando las respuestas en una puntuación de 0 a 100. La interpretación se realizó de manera descriptiva, considerando referencias de lectura de puntajes SUS en estudios de usabilidad (Bangor et al., 2009). Dado el tamaño muestral reducido, los resultados se reportan como percepción inicial de usabilidad y no como validación consolidada.

Consideraciones éticas

La prueba piloto se desarrolló como una evaluación funcional de riesgo mínimo, centrada en navegación e interacción con un prototipo educativo. No se recolectaron datos clínicos, biomédicos ni información sensible. Los usuarios participaron de forma voluntaria, fueron informados sobre el propósito de la prueba y se codificaron como U1-U5 para evitar identificación individual en los resultados. La información recolectada se utilizó únicamente para valorar usabilidad percibida y orientar ajustes del prototipo. Para fases posteriores con estudiantes de medicina, mediciones pretest-postest o análisis de funciones ejecutivas mediante instrumentos estandarizados, se recomienda someter el protocolo a revisión ética institucional y formalizar consentimiento informado escrito.

Resultados del desarrollo de la plataforma

El primer resultado fue la obtención de una plataforma modular funcional. La Figura 1 muestra el registro del estudiante y la selección de modalidad de entrenamiento. El sistema permite asociar cada sesión con un perfil académico básico y elegir entre entrenamiento completo o entrenamiento por habilidad específica. Esta opción facilita tanto sesiones integrales como prácticas dirigidas a una función ejecutiva particular.

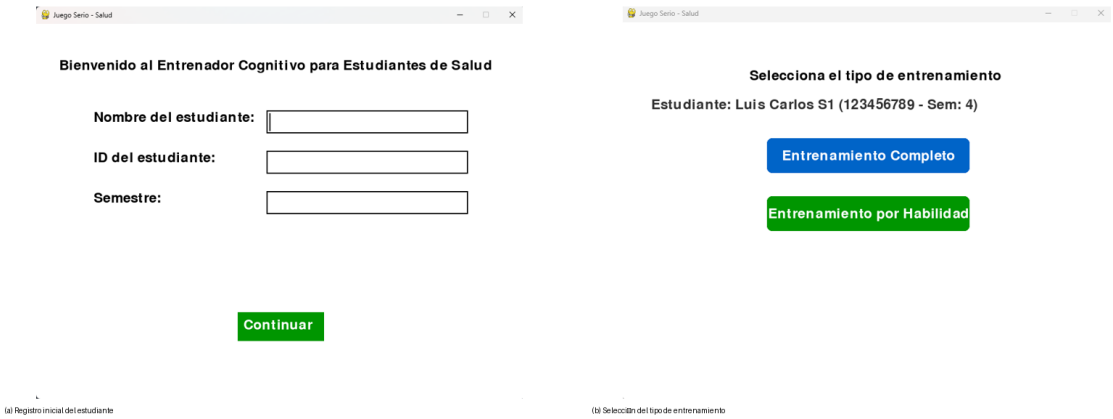


Figura 1. Interfaz de acceso y selección de modalidad. La plataforma permite registrar al estudiante y elegir entre entrenamiento completo o entrenamiento por habilidad.

La Figura 2 presenta el menú de módulos. La secuencia inicia con tres juegos ejecutivos transversales y avanza hacia tres módulos clínicos. Esta organización permite una transferencia progresiva: primero se ejercitan procesos cognitivos básicos y luego se aplican en escenarios propios de educación médica.



Figura 2. Menú de módulos de la plataforma. La arquitectura integra memoria de trabajo, inhibición cognitiva, flexibilidad cognitiva, diagnóstico rápido, farmacología clínica y emergencias-triage.

La Tabla 1 resume las especificaciones funcionales por módulo. Esta tabla fortalece la replicabilidad del trabajo al mostrar la función ejecutiva o clínica objetivo, la mecánica de juego, la progresión de dificultad, los indicadores registrados y el tipo de retroalimentación.

Tabla 1. Caracterización funcional de los módulos de juegos serios.

Módulo	Función objetivo	Mecánica de juego	Dificultad progresiva	Indicadores registrados	Retroalimentación
Memoria de trabajo	Retención, actualización y recuperación de información	Memorización de síntomas o estímulos clínicos y recuperación posterior	Aumento de cantidad de estímulos y reducción del tiempo de exposición	Nivel, secuencia, respuesta, aciertos, errores, tiempo	Correcta/ incorrecta y muestra de secuencia esperada
Inhibición cognitiva	Control de respuesta automática	Tarea tipo Stroop: responder al color o rasgo perceptual, no al significado textual	Incremento de velocidad, conflicto estímulo-respuesta y distractores	Estímulo, opción elegida, acierto/ error, tiempo	Corrección inmediata y repetición
Flexibilidad cognitiva	Cambio de regla y alternancia de criterios	Selección bajo regla cambiante, por ejemplo mayor/menor	Cambio de regla entre ensayos y límite de tiempo	Regla activa, respuesta, error de perseveración, tiempo	Indicación de regla correcta y avance
Diagnóstico rápido	Razonamiento clínico inicial	Pregunta de selección múltiple con diagnósticos cercanos	Opciones con similitud clínica y presión temporal	Caso, diagnóstico elegido, acierto/ error, tiempo	Respuesta esperada y corrección
Farmacología clínica	Decisión terapéutica básica	Selección de medicamento a partir de caso breve	Alternativas farmacológicas cercanas y criterios clínicos	Caso, fármaco elegido, acierto/ error, avance	Corrección de alternativa terapéutica

Emergencias-triage	Priorización clínica	Clasificación de nivel de atención o urgencia	Signos de alarma y presión temporal	Caso, nivel seleccionado, acierto/error, tiempo	Corrección del nivel de prioridad

La Figura 3 muestra los tres módulos ejecutivos transversales. El módulo de memoria de trabajo solicita memorizar y recuperar información clínica breve. El módulo de inhibición cognitiva incorpora conflicto entre estímulo textual y perceptual, siguiendo una lógica tipo Stroop. El módulo de flexibilidad cognitiva exige cambiar reglas bajo presión temporal. Estos módulos no buscan evaluar conocimiento médico específico, sino preparar operaciones cognitivas necesarias para tareas clínicas posteriores.

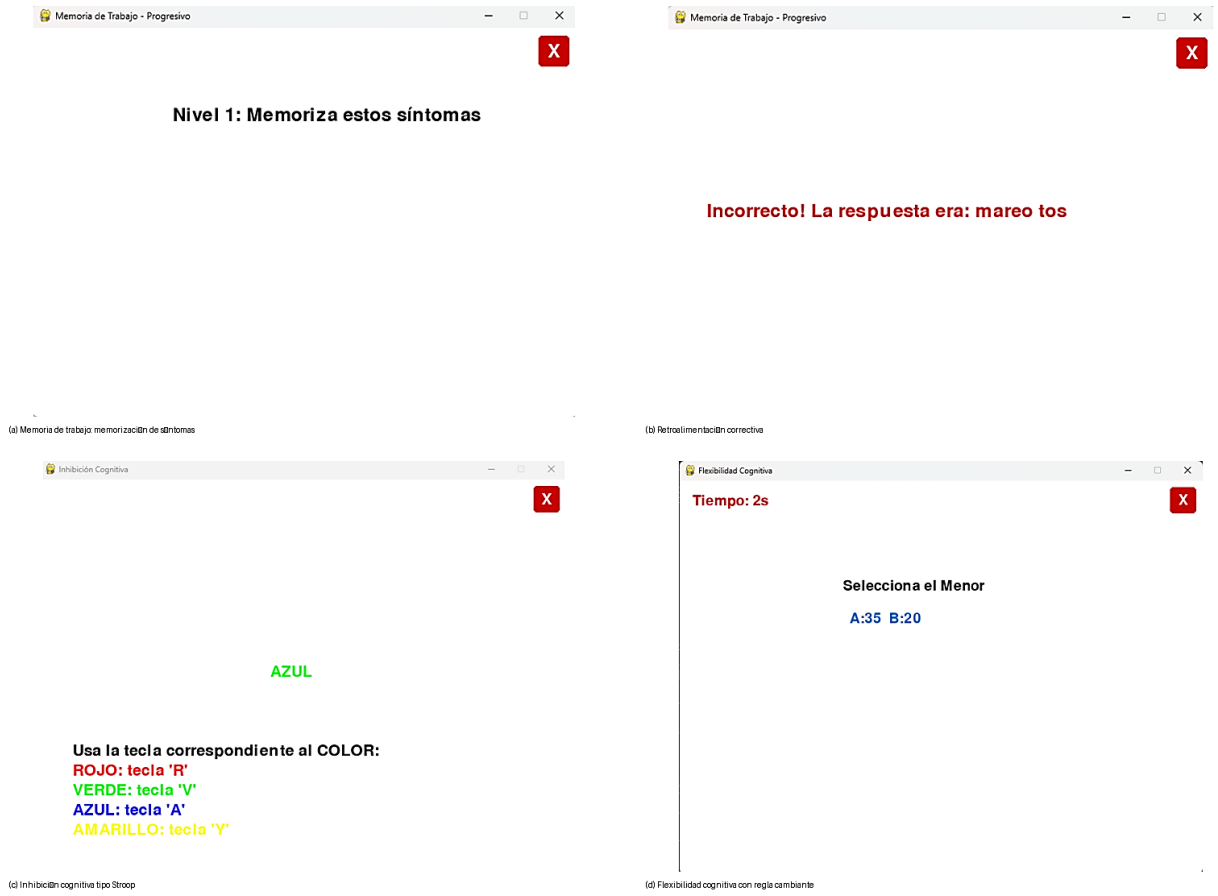


Figura 3. Módulos ejecutivos transversales. Se evidencian actividades de memoria de trabajo, retroalimentación correctiva, inhibición cognitiva y flexibilidad cognitiva.

La Figura 4 presenta el módulo de diagnóstico rápido. La actividad solicita identificar una enfermedad entre opciones con similitud clínica, como sinusitis, COVID-19, gripe o resfriado común. La tarea obliga a mantener información relevante, descartar distractores y elegir una hipótesis inicial. Su valor formativo no está en reemplazar el razonamiento clínico completo, sino en entrenar la primera fase de comparación diagnóstica bajo condiciones controladas.

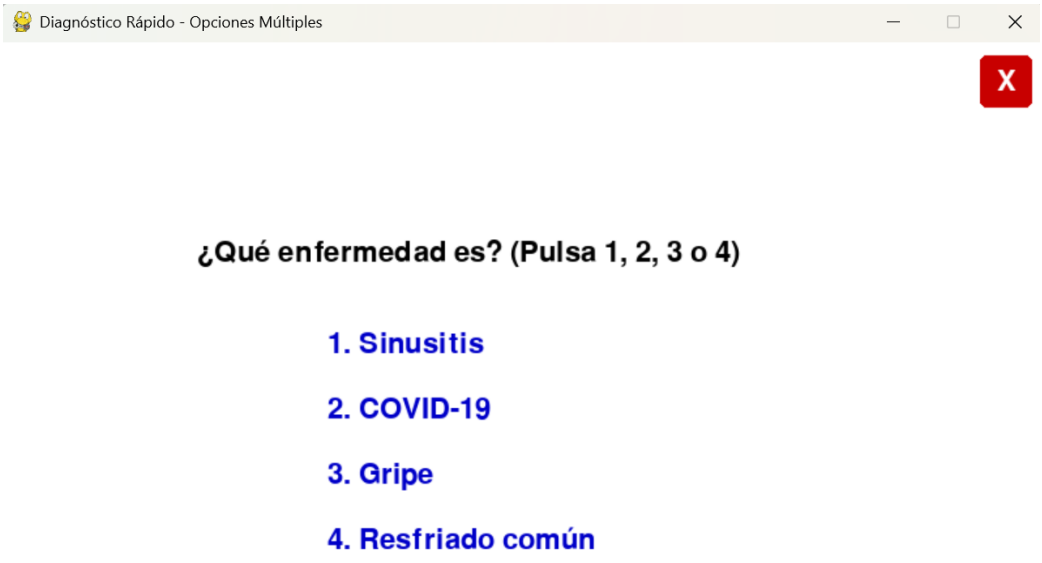


Figura 4. Módulo de diagnóstico rápido para el entrenamiento inicial del razonamiento clínico mediante preguntas de selección múltiple.

La Figura 5 corresponde al módulo de farmacología clínica. En este caso, el estudiante debe seleccionar una alternativa terapéutica coherente con un caso breve. La actividad exige retener datos relevantes, comparar medicamentos, evitar respuestas basadas solo en familiaridad y seleccionar la opción más pertinente. La barra de progreso contribuye a la orientación del usuario dentro del ejercicio.

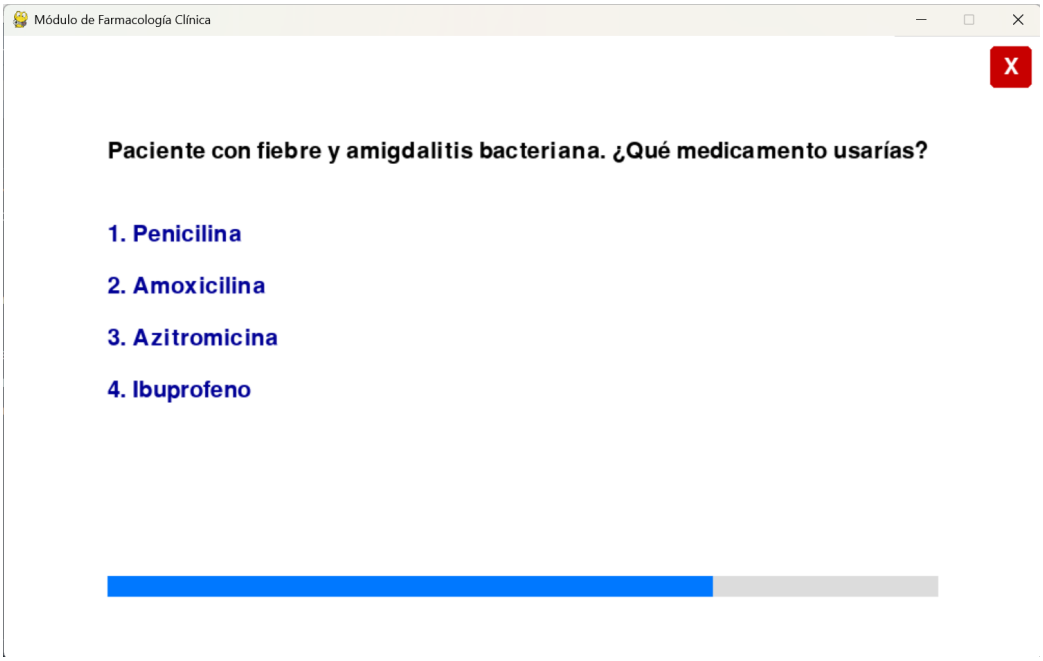


Figura 5. Módulo de farmacología clínica para selección de medicamentos a partir de un caso breve.

La Figura 6 muestra el módulo de emergencias-triage. El estudiante debe clasificar la prioridad de atención ante signos de alarma, como dolor torácico severo y sudoración. Este módulo integra memoria de trabajo, control inhibitorio y flexibilidad cognitiva en una situación donde la rapidez debe combinarse

con precisión. El registro de tiempo y respuesta permite analizar posteriormente la relación entre velocidad y calidad de decisión.

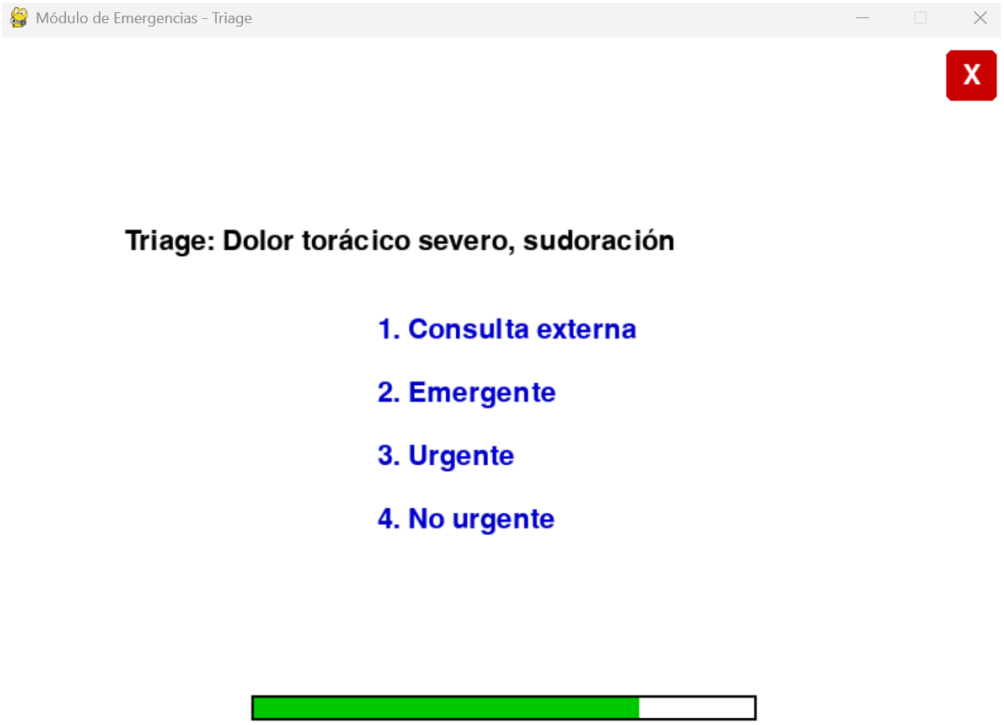


Figura 6. Módulo de emergencias-triage orientado a priorización clínica y toma de decisiones bajo presión temporal.

La Tabla 2 presenta ejemplos de indicadores funcionales que la plataforma puede registrar. Estos indicadores no se interpretan todavía como medidas de mejora cognitiva, sino como variables operativas que permiten documentar la interacción con el sistema y preparar análisis futuros.

Tabla 2. Indicadores de desempeño utilizados para la evaluación funcional de los módulos de juegos serios.

Indicador	Descripción	Uso en evaluación funcional
Aciertos por módulo	Número de respuestas correctas en cada juego	Permite observar comprensión de la tarea y desempeño inicial
Errores por módulo	Número de respuestas incorrectas o respuestas impulsivas	Permite identificar dificultad, confusión o necesidad de ajuste instruccional
Tiempo de respuesta	Tiempo entre presentación del estímulo y selección de respuesta	Permite analizar rapidez de decisión y carga de la tarea
Nivel alcanzado	Nivel máximo completado por el usuario	Permite valorar progresión dentro del módulo
Tipo de error	Error de memoria, inhibición, cambio de regla o selección clínica	Permite orientar ajustes pedagógicos y retroalimentación

Finalización de actividad	Registro de actividad completada o cerrada antes de terminar	Permite evaluar estabilidad y adherencia inicial a la tarea

Modelo conceptual del proyecto

La Figura 7 sintetiza la lógica secuencial del proyecto. El punto de partida es el contexto académico, caracterizado por alta demanda cognitiva. A partir de esa necesidad se diseñan juegos serios, se implementa la intervención, se ejecuta el entrenamiento de funciones ejecutivas, se proyecta evaluación pre-post y se espera generar insumos para analizar resultados e impacto. El modelo permite entender el proyecto como una ruta verificable: necesidad educativa, diseño tecnológico, intervención, medición y análisis.



Figura 7. Modelo conceptual secuencial del proyecto, desde el contexto académico hasta la evaluación de resultados e impacto.

Resultados de usabilidad percibida

Como complemento a la evaluación funcional del prototipo, se aplicó una prueba piloto de usabilidad percibida mediante la escala System Usability Scale (SUS) a cinco usuarios que interactuaron previamente con la plataforma. La aplicación se realizó después de que los participantes recorrieran la interfaz de acceso, la selección de modalidad y los módulos disponibles, con el propósito de valorar la claridad de navegación, la comprensión de instrucciones, la facilidad de uso y la percepción general del sistema.

La prueba SUS arrojó puntajes individuales entre 87,5 y 95,0, con un promedio de 92,0 y una desviación estándar de 3,26. De acuerdo con interpretaciones usuales de esta escala, los puntajes superiores a 85 pueden considerarse excelentes o altamente favorables en términos de usabilidad percibida (Bangor et al., 2009). En este sentido, el resultado obtenido sugiere que los usuarios

percibieron la plataforma como clara, comprensible y fácil de utilizar durante esta fase inicial de evaluación.

Tabla 3. Resultados de la prueba piloto de usabilidad percibida mediante la escala System Usability Scale (SUS).

Usuario	Puntaje SUS	Interpretación descriptiva
U1	87,5	Percepción muy favorable
U2	90,0	Percepción excelente
U3	92,5	Percepción excelente
U4	95,0	Percepción excelente
U5	95,0	Percepción excelente
Promedio	92,0	Usabilidad percibida altamente favorable
Desviación estándar	3,26	Baja dispersión entre usuarios piloto

La baja dispersión entre los puntajes indica que la percepción positiva fue relativamente consistente entre los usuarios piloto. Este aspecto resulta relevante, dado que sugiere estabilidad inicial en la experiencia de uso, al menos en condiciones controladas de interacción con el prototipo. Sin embargo, debido al tamaño reducido de la muestra, estos resultados deben interpretarse como evidencia exploratoria de usabilidad percibida y no como una validación consolidada de aceptación en la población objetivo.

La lectura cualitativa de la interacción mostró que los usuarios comprendieron la estructura general de la plataforma, identificaron la secuencia de módulos y completaron el recorrido guiado. La retroalimentación inmediata fue reconocida como un elemento útil, ya que permite corregir el error durante la actividad y orientar al usuario hacia la respuesta esperada. Las oportunidades de mejora se concentraron principalmente en ampliar la cantidad de ítems por módulo, mejorar la legibilidad de algunas pantallas, fortalecer la calidad visual de las capturas y ajustar elementos gráficos para futuras versiones.

Estos resultados de usabilidad respaldan la viabilidad inicial del prototipo como herramienta interactiva de entrenamiento cognitivo. No obstante, se requiere una segunda fase con mayor número de participantes, preferiblemente estudiantes de medicina, que permita analizar con mayor precisión la aceptación, facilidad de uso, carga percibida y relación entre usabilidad y desempeño en los módulos.

Discusión

Los resultados deben interpretarse como una evaluación funcional inicial de la plataforma, no como demostración de eficacia educativa. Esta distinción responde a una exigencia metodológica central: para afirmar mejora de funciones ejecutivas se requerirían mediciones pretest-postest con instrumentos estandarizados, muestra suficiente, grupo de comparación y análisis estadístico de cambios. En la fase

actual, el aporte real del trabajo consiste en haber construido una plataforma operativa, modular y medible, con una prueba piloto de usabilidad favorable.

El aporte tecnológico se expresa en la integración de registro del usuario, selección de modalidad, menú de módulos, retroalimentación y almacenamiento de indicadores. El aporte pedagógico está en la relación entre función ejecutiva y mecánica de juego: memoria de trabajo mediante retención y recuperación, inhibición mediante conflicto perceptual, flexibilidad mediante cambio de regla, diagnóstico mediante comparación de alternativas, farmacología mediante decisión terapéutica y triage mediante priorización. El aporte aplicado consiste en disponer de una herramienta lista para ser usada en estudios posteriores con estudiantes de medicina.

La organización progresiva del sistema es relevante porque evita reducir la plataforma a un cuestionario gamificado. Primero se entrenan habilidades ejecutivas generales y luego se trasladan a contextos clínicos simulados. Esta transferencia gradual es coherente con la teoría de carga cognitiva y con principios de simulación educativa, donde la práctica repetida, la retroalimentación y la progresión de dificultad favorecen la construcción de habilidades (Issenberg et al., 2005; Cook et al., 2011).

La prueba SUS ofrece una señal positiva sobre la interacción inicial con el prototipo. El puntaje promedio de 92,0 sugiere que la plataforma fue percibida como clara y fácil de usar. Sin embargo, el tamaño de la muestra impide generalizar los resultados. En estudios tempranos de usabilidad, muestras pequeñas pueden identificar problemas importantes de interacción, pero no sustituyen una validación amplia con población objetivo (Nielsen & Landauer, 1993). Por ello, este resultado debe asumirse como evidencia preliminar para orientar mejoras, no como confirmación definitiva de aceptación por estudiantes de medicina.

Limitaciones

La principal limitación del estudio es que la evaluación se centró en desarrollo funcional y usabilidad exploratoria. No se midieron cambios reales en funciones ejecutivas ni se aplicaron instrumentos neuropsicológicos antes y después de la intervención. La muestra de cinco usuarios es adecuada para una revisión inicial de interacción, pero insuficiente para estimar aceptación general, efecto pedagógico o impacto cognitivo. Además, la versión evaluada corresponde a un prototipo con contenidos clínicos básicos y una cantidad limitada de ejercicios por módulo. La validación clínica del contenido fue interna, por lo que se recomienda incorporar revisión externa de expertos antes de una aplicación formal.

Otra limitación se relaciona con la ausencia de análisis por ítem del SUS y con la falta de medición sistemática de comentarios cualitativos mediante entrevista o grupo focal. En consecuencia, las conclusiones se restringen al funcionamiento del prototipo, la coherencia de sus módulos y la percepción inicial de usabilidad.

Plan metodológico para una fase futura

Como segunda fase, se propone un estudio cuasi-experimental con grupo control no equivalente y mediciones pretest-postest en estudiantes de medicina. El grupo experimental utilizaría la plataforma

durante un periodo definido, mientras que el grupo control continuaría con actividades formativas convencionales. Las funciones ejecutivas podrían evaluarse mediante instrumentos estandarizados para memoria de trabajo, control inhibitorio y flexibilidad cognitiva, complementados con métricas internas de desempeño registradas por la plataforma.

El protocolo futuro deberá definir tamaño muestral mediante análisis de potencia, criterios de inclusión y exclusión, tiempo de exposición por sesión, número de sesiones, equivalencia curricular entre grupos, consentimiento informado, protección de datos y análisis estadístico. Los desenlaces recomendados incluyen cambio pre-post en funciones ejecutivas, usabilidad, motivación, carga cognitiva percibida y desempeño en módulos clínicos simulados.

Conclusiones

El proyecto permitió desarrollar una plataforma funcional de juegos serios para entrenamiento ejecutivo en educación médica. La solución integra registro del usuario, selección de modalidad, seis módulos interactivos, retroalimentación inmediata y registro de indicadores de desempeño. La arquitectura modular organiza una ruta que inicia con funciones ejecutivas transversales y avanza hacia tareas clínicas simuladas de diagnóstico, farmacología y triage.

La evaluación funcional mostró que la plataforma permite navegar entre módulos, ejecutar tareas, recibir retroalimentación y registrar indicadores básicos. La prueba piloto de usabilidad con cinco usuarios obtuvo un SUS promedio de 92,0/100, lo que sugiere una percepción inicial muy favorable. No obstante, estos resultados no deben interpretarse como evidencia de mejora cognitiva ni de impacto educativo. El alcance actual corresponde a desarrollo tecnológico educativo, evaluación funcional inicial y prueba piloto exploratoria de usabilidad.

Con las mejoras metodológicas propuestas, la plataforma puede avanzar hacia una fase de evaluación con estudiantes de medicina, mediciones pretest-postest y análisis comparativo. En ese escenario futuro será posible estimar con mayor rigor su contribución al entrenamiento de funciones ejecutivas y a la formación médica basada en simulación.

Agradecimientos

Esta investigación fue financiada por la Fundación Universitaria San Martín, sede Cali, en el marco de las actividades de fortalecimiento de la investigación formativa, la innovación educativa y el desarrollo de estrategias pedagógicas aplicadas a la formación en ciencias de la salud. Los autores agradecen a la Facultad de Ciencias de la Salud de la Fundación Universitaria San Martín, sede Cali, por el apoyo académico e institucional brindado durante el desarrollo del proyecto, así como a la coordinación de investigación y al Decanato por el respaldo para articular el desarrollo tecnológico de la plataforma con necesidades formativas del programa de Medicina.

Referencias

Aster, A., Lux, M., Kunkel, M., & Toepper, M. (2024). Game design elements of serious games in the education of medical and healthcare professions: A mixed-methods systematic review of underlying theories and teaching effectiveness. Advances in Health Sciences Education.

Baddeley, A. (1992). Working memory. Science, 255(5044), 556-559. https://doi.org/10.1126/science.1736359

Bangor, A., Kortum, P., & Miller, J. (2009). Determining what individual SUS scores mean: Adding an adjective rating scale. Journal of Usability Studies, 4(3), 114-123.

Boeker, M., Andel, P., Vach, W., & Frankenschmidt, A. (2013). Game-based e-learning is more effective than a conventional instructional method: A randomized controlled trial with third-year medical students. PLoS ONE, 8(12), e82328. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082328

Branch, R. M. (2009). Instructional Design: The ADDIE Approach. Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6

Brooke, J. (1996). SUS: A quick and dirty usability scale. En P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester, & I. L. McClelland (Eds.), Usability Evaluation in Industry (pp. 189-194). Taylor & Francis.

Clark, D. B., Tanner-Smith, E. E., & Killingsworth, S. S. (2016). Digital games, design, and learning: A systematic review and meta-analysis. Review of Educational Research, 86(1), 79-122. https://doi.org/10.3102/0034654315582065

Connolly, T. M., Boyle, E. A., MacArthur, E., Hainey, T., & Boyle, J. M. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. Computers & Education, 59(2), 661-686. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.004

Cook, D. A., Hatala, R., Brydges, R., Zendejas, B., Szostek, J. H., Wang, A. T., Erwin, P. J., & Hamstra, S. J. (2011). Technology-enhanced simulation for health professions education: A systematic review and meta-analysis. JAMA, 306(9), 978-988. https://doi.org/10.1001/jama.2011.1234

Croskerry, P. (2003). Cognitive forcing strategies in clinical decisionmaking. Annals of Emergency Medicine, 41(1), 110-120. https://doi.org/10.1067/mem.2003.22

Dankbaar, M. E. W., Richters, O., Kalkman, C. J., Prins, G., Ten Cate, O. T. J., van Merrienboer, J. J. G., & Schuit, S. C. E. (2017). Comparative effectiveness of a serious game and an e-module to support patient safety knowledge and awareness. BMC Medical Education, 17, 30. https://doi.org/10.1186/s12909-016-0836-5

Diamond, A. (2013). Executive functions. Annual Review of Psychology, 64, 135-168. https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750

Erhel, S., & Jamet, E. (2013). Digital game-based learning: Impact of instructions and feedback on motivation and learning effectiveness. Computers & Education, 67, 156-167. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.019

Eva, K. W. (2005). What every teacher needs to know about clinical reasoning. Medical Education, 39(1), 98-106. https://doi.org/10.1111/j.1365-2929.2004.01972.x

Gentry, S. V., Gauthier, A., L'Estrade Ehrstrom, B., Wortley, D., Lilienthal, A., Tudor Car, L., Dauwels-Okutsu, S., Nikolaou, C. K., Zary, N., Campbell, J., & Car, J. (2019). Serious gaming and gamification education in health professions: Systematic review. Journal of Medical Internet Research, 21(3), e12994. https://doi.org/10.2196/12994

Gorbanev, I., Agudelo-Londono, S., Gonzalez, R. A., Cortes, A., Pomares, A., Delgadillo, V., Yepes, F. J., & Munoz, O. (2018). A systematic review of serious games in medical education: Quality of evidence and pedagogical strategy. Medical Education Online, 23(1), 1438718. https://doi.org/10.1080/10872981.2018.1438718

Graafland, M., Schraagen, J. M., & Schijven, M. P. (2012). Systematic review of serious games for medical education and surgical skills training. British Journal of Surgery, 99(10), 1322-1330. https://doi.org/10.1002/bjs.8819

Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. Review of Educational Research, 77(1), 81-112. https://doi.org/10.3102/003465430298487

Issenberg, S. B., McGaghie, W. C., Petrusa, E. R., Lee Gordon, D., & Scalese, R. J. (2005). Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: A BEME systematic review. Medical Teacher, 27(1), 10-28. https://doi.org/10.1080/01421590500046924

Lee, M., Shin, S., Lee, M., & Hong, E. (2024). Educational outcomes of digital serious games in nursing education: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. BMC Medical Education.

MacLeod, C. M. (1991). Half a century of research on the Stroop effect: An integrative review. Psychological Bulletin, 109(2), 163-203. https://doi.org/10.1037/0033-2909.109.2.163

Maheu-Cadotte, M. A., Cossette, S., Dube, V., Fontaine, G., Lavallee, A., Lavoie, P., Mailhot, T., & Deschenes, M. F. (2021). Efficacy of serious games in healthcare professions education: A systematic review and meta-analysis. Simulation in Healthcare, 16(3), 199-212.

McGaghie, W. C., Issenberg, S. B., Cohen, E. R., Barsuk, J. H., & Wayne, D. B. (2011). Does simulation-based medical education with deliberate practice yield better results than traditional clinical education? Academic Medicine, 86(6), 706-711. https://doi.org/10.1097/ACM.0b013e318217e119

Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex frontal lobe tasks: A latent variable analysis. Cognitive Psychology, 41(1), 49-100. https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734

Monsell, S. (2003). Task switching. Trends in Cognitive Sciences, 7(3), 134-140. https://doi.org/10.1016/S1364-6613(03)00028-7

Nielsen, J., & Landauer, T. K. (1993). A mathematical model of the finding of usability problems. Proceedings of INTERCHI '93, 206-213. https://doi.org/10.1145/169059.169166

Norman, G. (2005). Research in clinical reasoning: Past history and current trends. Medical Education, 39(4), 418-427. https://doi.org/10.1111/j.1365-2929.2005.02127.x

Norman, G. (2009). Dual processing and diagnostic errors. Advances in Health Sciences Education, 14(Suppl. 1), 37-49. https://doi.org/10.1007/s10459-009-9179-x

Sailer, M., & Homner, L. (2020). The gamification of learning: A meta-analysis. Educational Psychology Review, 32(1), 77-112. https://doi.org/10.1007/s10648-019-09498-w

Sitzmann, T. (2011). A meta-analytic examination of the instructional effectiveness of computer-based simulation games. Personnel Psychology, 64(2), 489-528. https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.2011.01190.x

Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. Cognitive Science, 12(2), 257-285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4

Tversky, A., & Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. Science, 185(4157), 1124-1131. https://doi.org/10.1126/science.185.4157.1124

van Merrienboer, J. J. G., & Sweller, J. (2010). Cognitive load theory in health professional education: Design principles and strategies. Medical Education, 44(1), 85-93. https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2009.03498.x

Wouters, P., van Nimwegen, C., van Oostendorp, H., & van der Spek, E. D. (2013). A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. Journal of Educational Psychology, 105(2), 249-265. https://doi.org/10.1037/a0031311

CAPÍTULO 3

Maestras, subjetividades y vínculos escolares en contexto de conflicto armado en Cauca, Colombia

Rosalina Asprilla Moreno.

Universidad Católica de Manizales. Colombia

Sobre los autores

Rosalina Asprilla Moreno. Magister en Educación. Docente.

Correspondencia: rosalinaasprillamoreno@yahoo.com.co

Resumen

Se presentan resultados de una investigación doctoral sobre las subjetividades de maestras primarias de la Institución Educativa Agricola de Suárez (IETAS), departamento del Cauca, Colombia. A partir de relacionamientos que oscilan entre el afecto/desafecto, aflora la necesidad de examinar los elementos subjetivos que permean esos vínculos. Problema de investigación: ¿cuáles son las subjetividades de las maestras de las sedes primaria de la IETAS, que se reflejan en sus relacionamientos? Objetivo: interpretar las subjetividades que sustentan los relacionamientos de las maestras. Metodología: a partir del pensamiento complejo de Edgar Morin, y la didactobiografía como ruta cualitativa/ interpretativa, las subjetividades docentes se conciben como entramados procesuales e históricos y no como entidades fijas o lineales. Resultados: afloran el amor hacia niños (as), una sólida vocación docente, el dolor de vivir y trabajar en zona de conflicto armado, las dificultades para cooperar desde la distancia geográfica y la gestión institucional, así como, sus propias limitaciones en el dominio del trabajo en equipo. Conclusiones: desde la incertidumbre que caracteriza el territorio, se comprende la necesidad del apoyo entre maestras, amortiguando y minimizando la cuota de dolor que cada niño (a) recibe y la propia.

Palabras Claves: conflicto armado, maestras de primaria, pensamiento complejo, relacionamientos, subjetividades.

Teachers, subjectivities and school ties in the context of armed conflict in Cauca, Colombia

Abstract

This paper presents the results of doctoral research on the subjectivities of primary school teachers at the Suárez Agricultural Educational Institution (IETAS), in the department of Cauca, Colombia. Based on relationships that fluctuate between affection and disaffection, the need arises to examine the subjective elements that permeate these bonds. Research problem: What are the subjectivities of the teachers at

the IETAS primary school campuses, as reflected in their relationships? Objective: To interpret the subjectivities that underpin the teachers' relationships. Methodology: Drawing on Edgar Morin's complex thought and didactobiography as a qualitative/interpretive approach, teachers' subjectivities are conceived as processual and historical frameworks, not as fixed or linear entities. Results: The results revealed a love for children, a strong teaching vocation, the pain of living and working in an armed conflict zone, the difficulties of cooperating due to geographical distance and institutional challenges, as well as their own limitations in teamwork. Conclusions: Given the uncertainty that characterizes the region, the need for support among teachers is understood, mitigating and minimizing the suffering that each child experiences, as well as their own.

Keywords: armed conflict, primary school teachers, complex thinking, relationships, subjectivities.

Introducción

El presente artículo aborda las subjetividades de las maestras primarias, tomando como escenario la IETAS, del municipio Suárez (departamento del Cauca, Colombia). Subjetividades entendidas como capacidad de tener experiencias interiorizadas, pensamientos, emociones y percepciones que se construyen a lo largo de la vida, en relación con otros en el contexto social, reconociendo la diversidad de perspectivas que son posibles (Devia, 2024).

Las experiencias vividas por las maestras se entretejen como subjetividades marcadas por el fantasma de la violencia. Violencia social ejercida por grupos armados o guerrillas, que a menudo hostigan y amenazan a la población. Cubillos (2021) señala que: "…el municipio de Suárez ha sido fuertemente golpeado por los enfrentamientos entre fuerza pública y grupos al margen de la ley, así como otros conflictos centrados en la minería y el tráfico de estupefacientes" (p.16).

También se manifiestan en nuestros relacionamientos (porque soy parte del colectivo pedagógico) la violencia psicológica, percibida como poca cooperación entre nosotras, escasa comprensión y aceptación de lo que piensan otras y las actuaciones diferenciales ante la mayoría. Se aprecia rivalidad y celo profesional debido al pobre trabajo en equipo, y la hegemonía que ejercen algunas maestras por su antigüedad en la IE.

Los relacionamientos son parte del entretejido social que los seres humanos construimos a lo largo de la historia. Nacen en el seno familiar, se articulan en distintos escenarios sociales como nociones colectivas e individuales y estructuras naturalizadas de subjetividades (Valencia, Gutiérrez & Malagón, 2022).

No se trata solo de comprender la construcción de las subjetividades en el transcurrir de la vida cotidiana en la escuela, sino también de adentrarse en la comprensión de las percepciones de las maestras y las interacciones mediadas por el afecto/desafecto.

Almeida y López (2025) enfatizan en el actuar de los (as) estudiantes que observan, develando que construyen relaciones en base a la coherencia entre el decir y el hacer de sus maestros (as), aprendiendo

por imitación, sobre todo si son pequeños (as). También resaltan la importancia de la organización interna del aula escolar y como se favorecen (o no) los patrones positivos ya que el (a) maestro (a) es el principal modelo para seguir.

Como maestra de la IETAS, me he preguntado constantemente por qué nos comportamos como nos comportamos y cómo podemos establecer mejores vínculos profesionales. De lo anterior surge el problema de investigación: ¿cuáles son las subjetividades de las maestras de las sedes primaria de la IETAS, que se reflejan en los relacionamientos que establecen?

Esta interrogante orienta recorridos de conocimiento de las subjetividades de las maestras primarias por medio de la indagación de las experiencias de vida, relacionamientos, sentires y procesos de formación, a partir de los saberes y metodologías que han ido articulando sus propias pedagogías.

González, Marmolejo, Toledo & Cabezas (2025) examinan la importancia del estudio académico de las subjetividades como construcción social que incide de manera decisiva en las prácticas pedagógicas, en relación con los (as) estudiantes, entre colegas y en la construcción del conocimiento. Las subjetividades docentes más allá de la formación tradicional deben plantear un giro epistemológico que redefina al (a) docente como sujeto ético-político, pedagógico-intelectual, sociohistórico y cultural-comunicativo. Aristas que no son tenidas en cuenta con tanta intencionalidad en los procesos formativos actuales, según las indagaciones publicadas por Alvarado, Pachau & Romero, 2026; Baxter, Cortés, Naranjo &, 2025; y Chiguano et.al., 2025.

El objetivo del presente estudio lleva a: interpretar las subjetividades que sustentan los relacionamientos de las maestras, a través de los hallazgos que se obtienen en el proceso de investigación.

El vacío investigativo que atiende este artículo es de orden práctico/teórico, para la construcción de relacionamientos y vínculos surgidos de la reflexión de las maestras, junto con la necesidad de fortalecer aspectos socioemocionales, como aporte a la paz en un contexto educativo y social marcado por hechos violentos. De ello emergen subjetividades reflexionadas y comprendidas para su mejoramiento, desde nuevos relacionamientos que implican más comprensión y apoyo.

Estudios sobre estas interdependencias son recientes y abren una perspectiva para la comprensión de muchas emergencias que recién aparecen en las investigaciones pedagógicas. La relevancia de abordar las subjetividades y los relacionamientos de los (as) docentes es medular. No tenerlos en cuenta agrava los problemas que se presentan en las IE. Investigarlas va abriendo un camino para la comprensión de como la experiencia docente -que se afinca en nuevas subjetividades- está directamente relacionada con la flexibilidad y apertura a nuevos enfoques.

Los (as) docentes que reconocen la influencia de sus subjetividades en sus relacionamientos (tanto las potenciadoras como las limitantes) tienden a construir ambientes de aprendizaje más inclusivos y participativos. A tener mejores resultados en el plano instructivo y educativo.

En la presente investigación, se plantea un diálogo entre sujetos (investigadora y participantes), complementarios que entretejen realidades colectivas y personales. Ante las ambigüedades e

incertidumbres, la escuela y cada uno de sus actores se asume como una realidad contextual e institucional, que integra singularidades subjetivas en una simbiosis permanente con las subjetividades sociales y la especificidad cultural propia de los suareños. No se trata de quedarse en los marcos de una investigación local sino de una contribución con relevancia más amplia para la reflexión educativa, lo cual aporta teóricamente a la imbricación entre las subjetividades y las realidades escolares que se viven y muchas veces no se comprenden. Igualmente visibiliza un asunto endémico en la sociedad colombiana: la violencia en todas sus manifestaciones.

Metodología

El diseño metodológico se construyó a partir del pensamiento complejo de Edgar Morin (1990,1994,2001,2002, 2006a,2006b,2006c) cuya obra magna es *El método* (según Blay y Piqueira, 2024). Ello ofreció caminos y rutas cualitativas que permitieron a esta investigadora interpretar las subjetividades docentes como entramados que suceden en niveles procesuales e históricos y no como entidades fijas y lineales. Alimentadas por historias, culturas, lo institucional, lo afectivo y la realidad territorial. El movimiento del pensamiento complejo articula conocimientos, vida cotidiana y contexto como trayecto de conexión. Ello permitió avanzar hacia una acción reflexionada, aportando a la comprensión y cambios necesarios para la potenciación de las relaciones interpersonales y sociales en la escuela.

Esta investigación está impregnada de saberes y valores humanos. La información cualitativa recolectada constituye una dinámica de desorganización-organización del pensamiento y nuevos relacionamientos, que provocan conocimientos significativos para las maestras y su comunidad, así como para la academia que se dedica a dichos temas.

La consulta de autores (as) permitió enriquecer, actualizar y contextualizar esa manera compleja de ver el mundo de la subjetividad, lo cual toma cuerpo en la didactobiografía. Grisales y Zuluaga (2018) la conciben como dispositivo didáctico metodológico que parte de la experiencia del (a) maestro (a), para la introspección en su realidad y devenir- desde un conocimiento social más general y profundo-. A través de la didactobiografía se problematiza el mundo de las maestras primarias de la IETAS, con la consecuente obtención de demiurgos, interpretados desde un pensamiento epistémico, complejo y crítico.

La didactobiografía mostró potencialidad para afectar positivamente los procesos investigativos mediante la provocación del diálogo reflexivo (Hernández Marín, Yon, Arias & Cajigal, 2023). Se empleó para recuperar narrativas de vida mediante la escritura y la oralidad, lográndose lo que concibe Hernández González (2021) como ejercicios de recuperación de la subjetividad.

La selección de las participantes se realiza mediante el *principio de voluntariedad*. Se realizaron tres sesiones de intercambio para dar a conocer los objetivos y trascendencia del proyecto. De un total de 24 maestras primarias decidieron participar 18, con representación de todos los grados (desde preescolar hasta quinto). Las participantes firmaron por escrito el consentimiento informado y la investigación fue aprobada por el comité de ética del doctorado en educación de la Universidad Católica de Manizales.

La recolección de información abarca desde febrero del 2024/ agosto del 2025. El procesamiento de los datos (sistematización, depuración e interpretación) tuvo momentos de análisis y valoración en enero del 2026, a través de la triangulación cualitativa de datos.

En base a Jiménez (2021) y Donkoh y Mensah (2023), se elaboraron tablas y matrices en formato Word, en las cuales se identificaron- después de la decodificación profunda de significados- *ideas fuerza y palabras claves*- que permitieron sacar tendencias para armar el mosaico de hallazgos obtenidos, pero también se visibilizaron elementos excepcionales. Este proceso de pensamiento fue posible a partir de sucesivos momentos reflexivos de inducción y deducción, acontecidos de manera artesanal (sin uso de la IA).

Como *ideas fuerza* se consideraron los criterios, recuerdos y narraciones significativas de las maestras, aquellas frases que tenían connotación y potencia suficiente para arrojar claridad sobre las subjetividades y los relacionamientos. Dentro de esas ideas fuerza, se identificaron las *palabras claves*: sintéticas y esenciales, que explicitaban el tema abordado de manera concisa y explícita, precisadas dentro de un universo amplio de opiniones, a partir del análisis/síntesis del volumen informativo.

El procesamiento de la información cualitativa se concibió como filtrado, reducción y tejido de ideas. Según Barrera (2023), la inteligibilidad del mundo y de sí, se logra mediante la conexión de sucesos, expresiones múltiples y cadenas de eventos. En las narrativas siempre importan los vericuetos vividos que pueden incluso bordear la ficción, evidenciándose que este es el vehículo fundamental de expresión de la didactobiografía.

Desde ese artilugio didáctico poco utilizado, se re-construyeron las memorias de las participantes sin estricto orden cronológico, intentando identificar similitudes (y diferencias) en experiencias, emociones, y acciones; a través de un conocimiento multicapas, relacional, recursivo y sistémico, situado en el territorio (Delgado Díaz, 2018).

Resultados y discusión

Huellas de la experiencia escolar en la subjetividad docente

Al hurgar en recuerdos lejanos queda evidenciado como el quehacer pedagógico actual de las maestras primarias de la IETAS está profundamente marcado por modelos positivos de algunos (as) maestros (as) que despiertan en ellas los primeros destellos de la vocación docente, mientras que amargas experiencias vividas les esclarecen la antítesis del *deber ser* docente.

Rememoran valores de afecto, motivación, maestría pedagógica y entrega, el respeto mostrado hacia los niños (as) y la paciencia. Una maestra narra: ¨ de los recuerdos más significativos de mi época escolar está el acompañamiento afectivo y educativo de la profe Gloria Amparo, que más allá de enseñar contenidos, se interesaba por mis emociones y mi entorno familiar¨

La mayoría, señala los traumas provocados por lo que no debe hacer un (a) maestro (a): la obsolescencia de algunos métodos didácticos y educativos, el no establecer vínculo afectivo con el (a) estudiante (¨maestra que llegaba al salón el primer día y ni tan siquiera se presentaba y decía su

nombre¨), las violaciones de la ética profesional y la crueldad de aquellos (as) que aplicaban maltratos físicos (como reglazos y halones de pelo u orejas) y malas praxis pedagógicas (palabras peyorativas: tonta, bruta, negra) hacia el que no hacía la tarea o cuando había peleas en clases.

Vocación y ética del cuidado

Sánchez, García & Castro (2021) afirman la existencia de una atracción temprana por la docencia entre las personas que eligen realizar los estudios de magisterio, pero que es el ejercicio docente quien desarrolla ampliamente el gusto por la profesión.

Lo que más incomoda a las maestras y que están decididas a no replicar, es cualquier forma de violencia (que pueda incluir maltratos físicos, intolerancia ante cuestiones que son propias de infantes en las primeras edades). Igualmente rechazan la desprotección hacia los (as) pequeños (as) y otras actitudes que puedan limitar la participación (autoritarismo). Se trasmite en sus palabras el compromiso para crear ambientes seguros o de escucha.

En algunas partes de las narraciones aflora que las maestras hablan gritando, lo cual reconocen como algo ¨normal¨ sin catalogarlo como violencia verbal pues la ven más reflejada en lo que se dice, que en el tono de voz que se usa.

Un estudio reciente de Castellanos, Quintana & Peña (2024) da cuenta de que la voz es una herramienta fundamental que no solo comunica conocimientos sino también emociones y estados de ánimo. En general una voz gritada, genera estrés y alteración emocional en los estudiantes.

Como maestras, el principal motor que las compulsa es el amor y el cariño de los niños (as) hacia ellas, su entusiasmo, las palabras bonitas que reciben, las travesuras infantiles, y cuando manifiestan haber entendido la clase o la tarea. Todo les genera un compromiso muy fuerte con su quehacer y un amor recíproco. No obstante, sienten que hay elementos que frenan su labor como las vulnerabilidades económicas y desatenciones familiares.

Acuden a las diversas miradas en el aula como caminos para -a través de su maestría pedagógica- atender de manera profunda y detallada los matices y sutilezas que se presentan en los relacionamientos entre niños (as) y a su vez con ellas. Buscan detectar injusticias, carencias materiales y de afecto, traumas y aprendizajes lentos, abuso escolar o violencia ejercida entre compañeros (as) de clase. De estas maneras conectan con sus estudiantes para entender la compleja realidad escolar, no sin exhibir incertidumbres e inseguridades, e incluso fracasos educativos con algunos (as) estudiantes.

Sin dominar todas las herramientas socio emocionales, tratan de hacer lo mejor posible para lograr una convivencia de *respeto*. Esta palabra que encierra un importante valor fue la más repetida en todas las narrativas, tanto en lo referido a su importancia como las nefastas consecuencias en su carencia.

Báez (2022) sistematiza diversos estudios sobre la relevancia del *respeto* en el ámbito escolar. Priman aquellos con atención al significado primordial que adquiere el respeto para estudiantes y profesores (as) en contextos de marginación; también registra experiencias que suelen transcurrir al interior del aula, ya

sea desde la cercanía o los afectos o bien desde el autoritarismo, y sus implicaciones en la gestión pedagógica de las IE.

Chiguano et. al. (2025) expresan una situación muy grave generada en la sociedad contemporánea. La figura docente- significada durante décadas como sinónimo de respeto, guía y sabiduría- se ha ido desdibujando frente a una realidad cada vez más dura y desgastante. Hoy muchos maestros (as) ya no son vistos (as) como aliados en la formación, existe mucho resentimiento y desvalorización de sus imaginarios.

Durante la convivencia escolar se pueden presentar conflictos, pero es parte de la responsabilidad pedagógica su gestión, tratamiento y llevada a buen término, para evitar males mayores (Hereira y Maldonado, 2020). Más allá de lo normativo, la formación implica comprender al otro, reconocer que debe ser estimado y respetado, solicitar el respeto hacia uno mismo y lograr un nivel suficiente de autoestima para actuar con solidaridad, tolerancia y comprensión

Acerca de su preparación pedagógica, como tendencia las maestras consultadas se sienten con bases sólidas en cuanto a conocimientos y habilidades, no obstante, reconocen que en la actualidad el aprendizaje hay que verlo como proceso en construcción constante. Sus principales carencias las ven en el área de la actualización en TICS, estrategias y didácticas novedosas, y el desarrollo de alternativas para atender la diversidad en el aula, así como, las necesidades educativas especiales. No llegaron a identificar la necesidad de aprender nuevas herramientas para trabajar en equipo y colaborar.

Tensiones entre colegas y directivos

Sobre el plano institucional, consideran la falta de compañerismo para hacer equipo y coordinarse (¨no compartimos los útiles escolares o materiales didácticos¨, ¨hay competencia para ver quién es la mejor¨, ¨no nos entendemos bien, pero nos queremos a pesar de todo¨).

Alvarado, Pachau & Romero (2026) le otorgan a la colaboración docente un lugar trascendente considerando que no solo influye favorablemente en el desarrollo profesional, sino que además impacta en los resultados académicos del estudiantado y los procesos de actualización pedagógica. Igualmente recalcan el imperativo de abandonar modelos individualistas de enseñanza y promover prácticas cooperativas que impulsen el aprendizaje conjunto.

Los vínculos con directivos (as), se perciben -generalmente- de respeto, pero cargados de autoritarismo, comunicación deficiente expresada en reuniones formales, falta de diálogo cercano y sobrecarga de tareas. Las capacitaciones que reciben las consideran poco pertinentes y que no contribuyen a la formación y actualización pedagógica.

Las distancias de las sedes (la IE no tiene un solo edificio) y los métodos de trabajo establecidos, hacen que los (as) coordinadores (en este caso de primaria) no radiquen en las instalaciones en las cuales deben ejercer su labor directiva. La conjunción de todas estas situaciones no contribuye a una sinergia en las orientaciones (que casi todas son por WhatsApp), fallando el chequeo, control y cumplimiento de

tareas. Algunas expresan: ¨necesitamos más espacios de diálogo con los directivos¨, ¨a veces no entiendo bien que se indica¨, ¨ me gustaría que nos tuvieran más en cuenta según las necesidades de primaria¨.

Subjetividad docente en contexto de conflicto armado

Otro elemento se refiere a la situación actual de inseguridad territorial por el conflicto armado, que obliga a estar encerradas con los (as) estudiantes dentro de estrictos espacios institucionales, con la consiguiente intranquilidad de las infancias y el desgaste emocional al permanecer día tras día, semana tras semana y año tras año, en la monotonía de paredes y ventanas conocidas en sus mínimos detalles.

En la búsqueda bibliográfica se pudo constatar la escasez de publicaciones que aborden el aislamiento de las IE de los contextos. No obstante, destaca el estudio de la Secretaría Distrital del Gobierno de Bogotá (2022) que caracteriza y fundamenta el término *Ecosistema Escolar Complejo* que: …¨ busca dar respuesta a la diversidad de situaciones negativas que trascienden a los problemas sociales y que se manifiestan en los entornos escolares, pero también busca una mirada que reconozca los diversos contextos en los que se materializan tales situaciones negativas que transitan entre ellos, a su interior y en su exterior´(p.4).

Comprender y articular una estrategia territorial acerca del *Ecosistema Escolar Complejo* (EEC) puede apoyar la labor de cada escuela para dar sostén y acompañamiento al personal docente y a todo el colectivo de trabajadores, ya que inevitablemente lo que acontece en Suárez impacta la vida escolar y personal de cada ciudadano (a). Ello causa miedo y preocupación porque la vida de los niños (as) está en nuestras manos.

La IETAS en el año 2023 fue atacada de madrugada con un artefacto explosivo que destruyó totalmente una de sus sedes, sin contar otras amenazas que se han suscitado y requieren suspender la docencia y aplicar protocolos de evacuación. Suárez es un territorio violento. En los hogares y barrios las cosas no son como deberían. Resulta evidente que las nuevas generaciones críadas en estos escenarios podrían ser los próximos miembros de grupos armados ilegales, si es que el gobierno no logra detener la escalada del conflicto armado en Colombia.

La necesidad de cultivar la paz dentro del recinto escolar no es ajena a nosotros (as), resulta la mejor contribución que podemos hacer a la no reproducción endémica de la violencia, esa que hoy golpea a la IETAS, desestabilizando los procesos docentes y las subjetividades de todos (as) los miembros de la comunidad educativa.

Sobre las emociones que sienten las maestras en relación al conflicto armado, se constata que dicho conflicto genera una cascada altamente negativa: miedo, incertidumbre, pánico, rabia, frustración, zozobra, angustia, tristeza y terror. Una exclamaba: ¨¡la vida no vale nada¡, ¨¿hasta cuándo será esto…?¨ El actuar ante los actos violentos acaecidos en horario escolar es de compromiso profesional, valentía y protección hacia los (as) niños (as). Priorizan respuestas de calma para tranquilizar a los pupilos (as). Incluye la rápida aplicación de los protocolos de seguridad (tirarse al piso, buscar refugio) y actúan con

prudencia, venciendo sus propios miedos. Otra entrevistada lo describe de manera ilustrativa: ¨volverse una leona, porque mis niños son sagrados¨.

Con el paso del tiempo esos hechos violentos devienen en parte de la cotidianidad, manteniendo en estado de alerta a todos (as), pero en mayor medida a las maestras que conviven en el aula a diario con los (as) estudiantes, viendo afectadas sus subjetividades de manera prolongada.

Hallazgos de mi propia didactobiografía y los entretejidos con mis compañeras

Llegado este punto, debo decir que el rol de ser la investigadora que observa participando y al unísono una de las protagonistas de lo que acontece en las sedes primarias de la IETAS, es un privilegio y un desafío a la vez. He tratado de ser cuidadosa para invocar los sentires y preocupaciones de mis compañeras; en ellas hay una savia sublime, y delicadamente perfumada que ha estado escondida por mucho tiempo y que gracias a este ejercicio investigativo y escritural ha salido a la luz.

Me tomo un respiro y una licencia para emerger mis propios recuerdos y vivencias, que también expresan mi subjetividad, coincidiendo en la mayoría de los elementos que ellas señalan, pero invocando mi propia experiencia, a manera de ejercicio de posicionalidad investigativa y reflexividad metodológica

De mi etapa escolar vienen a mi memoria imágenes trascendentes que nunca había hurgado tan detenidamente y que permiten visualizar su impronta en la maestra que soy. María Mercedes, mi iniciadora en el mundo del saber, fue como una madre que gestaba el amor por la sabiduría en el tierno corazón de sus estu/hijos y estu/hijas, término que acabo de inventar para poder precisar como éramos tratados (as) por ella. El efecto consolador de su cariño y comprensión permanece porque nos trataba como seres especiales, algo que reforzaba aún más para arropar a quiénes llegamos a la escolarización un poco tarde. Siempre buscando la condición de igualdad y que compartiéramos todo lo que había, fuera mucho o poco.

Al igual que mis colegas esas experiencias me forjaron, así como otras no tan felices sino traumáticas, que me hicieron jurar lo que nunca quería que pasaran mis estudiantes. Se nublan mi mente y mis ojos con la evocación de haber repetido el cuarto grado. Aquella profesional de la enseñanza cuyo nombre he olvidado (o quiero olvidar) tomó las discrepancias personales y profesionales de su esposo con mi padre (rector y maestro, respectivamente) y las usó como arma silenciosa disfrazada de fallas, que al final eran más de la enseñanza que del aprendizaje: el no haber encontrado en mi cuaderno escolar las calificaciones obtenidas, lo cual a la hora de entregar las generales del grupo dejó reprobada la casilla de la estudiante Rosalina Asprilla Moreno. Ese episodio me lastimó por mucho tiempo porque yo era una niña que poseía desde muy temprano proyectos de crecer en mi trayecto vital y ello causó atrasos.

Desde la aflicción y el amor de mis compañeras, y del mío propio, está hecha y escrita esta investigación. Tomo prestadas las siguientes palabras para expresar esa hondura subjetiva, y ofrezco: ¨ el reconocimiento a quienes creen que el conocimiento puede nacer desde el dolor transformado y que la ciencia, cuando abraza la vida, se convierte en territorio fértil para la esperanza¨ (Malagón y Valencia, 2025; p. 25).

El examen minucioso y enjuiciador de las subjetividades de las otras maestras y de la mía propia, me lleva al mundo complejo de la condición humana, como arquetipo trascendental de la vida. He podido decodificar en nosotras las esencialidades subjetivas, al reconocer lo multidimensional de los estilos de vida personales y organizacionales (Malagón y Valencia, 2025) compartidos entre los sujetos de esta investigación.

Tantos matices, diversas contradicciones, los ires y venires, el vernos reflejadas (o no) en las otras, las frustraciones y alegrías, los recuerdos edificantes y los traumas me hacen reconocer que la metodología seleccionada es la más acertada, para poder comprender por qué somos como somos y actuamos como actuamos, pregunta planteada desde el inicio del camino investigativo. Estamos re-construyendo imprecisos y mutantes recorridos que tienen nombres y apellidos. Miradas complejas de las subjetividades, donde se coexiste en calidoscópicas composiciones individuales, grupales, institucionales y sociales. Donde lo establecido o marcado por las normas son solo referentes para madejas no lineales de relacionamientos.

Posibilidades de reconstrucción vincular

Nadie puede organizar, programar o exigir los afectos/ desafectos, las armonías/ desarmonías, ellos son parte de la vida; pero si los espacios institucionales que propicien mejores relacionamientos. Solo queda-y es suficiente por ahora- conocerlos para trazar caminos que permitan formas más sanas de habitar los territorios que compartimos, aprender a manejarlos y sensibilizarnos (en compañía) para el apoyo y la coexistencia de la mejor manera posible.

Contrario a lo que hizo creer la ciencia occidental si podemos cambiar aspectos de nuestra vida y comportamiento, desde procesos conscientes y de sensibilización, que dependen en gran medida de la voluntad y el deseo profundo de hacerlo. Tal como afirma Solana (2020), dependientes de la cultura y del aprendizaje nos caracterizamos por la apertura y la plasticidad, por estar proclives a una multiplicidad de posibles concreciones. Y de ahí, en parte, la gran diversidad humana (biológica, social, cultural, psicológica) existente.

Desde estas comprensiones, comienzo a ser más cercana incluso a aquellas colegas y directivos/as sobre los (as) cuales antes me ganaba la extrañeza, acerca de sus pensares y maneras de actuar. Veo oportunidades y atisbos de mejoramiento en nuestros relacionamientos. Identifico valores estructurantes de nuestras subjetividades (amor, dolor, respeto, incertidumbre, miedo, entre otros). Para Morin (2006a) comprender a otro ser humano no solo incluye explicar su comportamiento o interpretarlo racionalmente, sino que es un proceso complejo que articula conocimiento, empatía, ética y autoreflexividad. Implica reconocer al otro como sujeto pleno, con historia, emociones, incertidumbres y contradicciones.

Morin (1999) aborda la necesidad de cada ser humano de comprender a los (as) demás, tomando en cuenta sus propias limitaciones, ilusiones y egocentrismos; ya que la comprensión humana es un proceso recursivo: mirarse a sí mismo abre la puerta para comprender al otro, reconociendo diferencias

y puntos en común. Todo ello permite disposición al diálogo y renuncia a respuestas simplistas o reduccionistas sobre los congéneres y uno mismo.

Hay coincidencia con la valoración de Rodriguez y Restrepo (2024), cuando examinan la subjetividad de una maestra de zona de conflicto armado en Antioquia: … ¨ es posible decir que la subjetividad, en tanto orden narrativo, define unos contornos de sujeto que son móviles, se modifican con la experiencia; son permeables, pues proponen una relación entre el adentro y el afuera, entre lo individual y lo colectivo, entre el interior (como síntesis) y el exterior (como despliegue)…¨(p.48). Visibilidad que muestra a los demás parte de lo que somos, recogiendo honduras del ser, el saber, el sentir. Pero esa imagen también se alimenta de lo que perciben los demás, a manera de espejo que refleja lo que creemos y queremos ser, donde también se deforma la imagen.

Areiza (2021), Quintero, Ballesteros & Sánchez (2024) y Herrera Prada (2024) recorren algunos aspectos de las subjetividades de los (as) maestros (as) en varios territorios colombianos, desde el lenguaje, la reconstrucción y la paz, y el daño causado por la violencia armada en sus emociones. Aspectos que constatamos en nuestra investigación:

- La violencia hace reconocer otras formas de hacer escuela. Ofrece la oportunidad de habitar territorios donde el grito se impone de manera interna y callada, donde la violencia aturde y hace perder- a veces- el horizonte de lo que somos y debemos ser. Pero al final, siempre emergen la escuela y sus docentes como lugar de acogida, más allá de la función tradicional que ella exhibe. Las IE se debaten entre la guerra y la paz. Han sido convertidas en trincheras, pero también son espacios protectores.

-Las narrativas docentes expresan indignación frente a los daños del conflicto armado y, de otro lado manifiestan empatía como mecanismo de apoyo a los (as) más afectados (as): las infancias.

-La escuela es el escenario principal donde se aúnan los traumas intergeneracionales, que atraviesan la vida de los (as) docentes y de niñas (os), como forma de reproducción de los imaginarios y prácticas violentas que han sido aprendidas e interiorizadas en el marco del conflicto armado. Y entonces cabe preguntarse: ¿cuándo se romperá el ciclo?

Páez (2018) estudian las publicaciones sobre el conflicto armado y la escuela, encontrando dos líneas fundamentales. Una que reflexiona sobre las historias de vida de los (as) maestros (as) y su ejercicio docente en contextos de conflicto, y otra, muy limitada aun, que identifica alguna reflexión del docente como sujeto político frente a la situación de conflicto. Al respecto considero que la presente investigación toca las dos orillas, siendo la segunda más limitada porque sumergirse en ella posee resonancias y ecos para la propia vida de las maestras. Sin embargo, del quehacer docente dimana el humanismo como valor: preservar la vida de las personitas que están bajo nuestro abrigo, por encima de todo.

Limitaciones del presente estudio

En primer lugar, las investigaciones sobre subjetividades docentes en contextos de conflicto armado en Colombia resultan escasas por las implicaciones personales que las mismas pueden acarrear para los

participantes, por lo cual son pocos los antecedentes. En segundo lugar, se trata de una investigación situada, que no busca generalizaciones estadísticas y que opta (no sin riesgos) por la cercanía de la investigadora con el campo investigativo, como vía para romper la aparente neutralidad de la ciencia educativa, cultivada durante años por la tradición. En tercer lugar, quedan actores por explorar en futuras investigaciones (como estudiantes, familias, y directivos).

Conclusiones

No existe la ética *per se* porque sepamos a ciencia cierta qué es el bien (Mélich, 2010). Lo sabemos además a razón de haber vivido y ser testigos de la experiencia del mal. Entiendo que la subjetividad está relacionada con una postura ética que no solo significa que cumplamos con nuestro deber de enseñar, también incluye una respuesta acertada ante el sufrimiento.

El presente estudio aporta al campo de las subjetividades docentes al establecer que existe una reserva moral protectora que dimana de la vocación, el compromiso y amor que manifiestan los (as) docentes por los (as) niños (as) y el quehacer educativo hacia ellos (as). Y la importancia expresa de ser figuras cercanas porque ellos (as) son la razón de ser de un (a) educador (a).

Habitamos un mundo que no hemos escogido, que no es como quisiéramos, pero debemos asumirlo (no aceptarlo), sobrevivir en él, y a la vez desarrollar nuestras vidas de la mejor manera posible. Exteriorizar esa suerte de fortaleza subjetiva, también es un aporte al tema.

No estamos solas, pero -a veces- si desprotegidas. Resulta imperioso desentrañar las contradicciones de esa realidad que persiste en una parte del territorio colombiano que se llama Suárez. Cada minuto, cada hora, cada día, mes o año de vida de un (a) maestro (a) que vive en un territorio colombiano como Suárez, está marcado por la impronta territorial (López et.al. (2014), Rojas, 2021; Loaiza, Vargas & Carmona, 2024).

No perseguimos el absurdo ideal de ser maestras perfectas e inmaculadas. Nada puede darse fuera del espacio y el tiempo que ha tocado vivir, de la finitud y la contingencia; pero podemos soñar con un mejor territorio, con una mejor escuela. Con relacionarnos de maneras más sanas porque eso si depende de nosotras, de lo que nos propongamos con el apoyo institucional.

Como líneas futuras de investigación, queda seguir profundizando en el tema para lograr la convicción de que quizás sean más llevadero si nos ponemos la mano en el hombro y caminamos juntas, con el paso agigantado y cerrando filas. Así lo decía una de mis colegas: *como leonas*. Amortiguando y minimizando la cuota de dolor que cada niño (a) recibe, y la nuestra.

Tal como aconseja el pensamiento complejo (Mendoza, Romero & Acosta, 2025), debemos comprender el quehacer docente y la educación, desde la contingencia y la incertidumbre que caracteriza el territorio, de ello emergemos más fuertes. No significa aceptar el *estatus quo*, se trata del apoyo mutuo para que el impacto del sufrimiento sea menor, reconociendo que la pedagogía no se trata de verdades universales, atemporales y fuera de contexto, tal como enseñan en la universidad.

Como implicaciones prácticas para las IE, queda evidenciada la necesidad de aprender a educar teniendo más en cuenta la realidad contextual y la comprensión de las subjetividades, que en próximos esfuerzos investigativos deben hurgar en lo que piensan y sienten los (as) estudiantes, otros (as) miembros del colectivo pedagógico y directivo, hasta llegar a las familias; para así tener un mosaico más amplio de lo que afecta y traspasa a los seres humanos que conviven en comunidad.

Las investigaciones educativas que aúnan el uso de la didactobiografía y el enfoque del pensamiento complejo son muy recientes, por lo cual, como autora, considero se llega hasta un límite aceptable de transparencia metodológica.

Habrá que poner mucha ciencia y voluntad en el logro del mejoramiento de los relacionamientos a través del fortalecimiento intencional de las subjetividades. González et.al. (2025) examinan la importancia del estudio académico de las subjetividades, estudios que son (relativamente) recientes y que abren una perspectiva muy sólida para la comprensión de muchas emergencias que empiezan a tenerse en cuenta en las investigaciones pedagógicas. Son asuntos medulares en los cuales las improvisaciones u omisiones están demostrando que solo agravan los problemas que se presentan en las IE colombianas.

Referencias

Almeida Chafle, D.E., López Quincha, M. (2025). El juego de roles y el aprendizaje por imitación: una visión al trabajo docente. *Rimarina. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 9(1), 61-69. https://doi.org/10.61236/rima.v9i1.1018

Alvarado Figueroa, M.A, Pachau Torres, W.A., Romero Echevarría, L. M. (2026). Trabajo en equipo en el ejercicio docente: una revisión sistemática. *Revista InveCom*, 6(1). 1-10. https://doi.org/10.5281/zenodo.15307387

Areiza Pérez. E.E. (2020). Subjetividades políticas de maestros y maestras en contextos escolares afectados por la violencia. Actos pedagógicos para el cuidado de la vida. *Praxis, Educación y Pedagogía*, 5, 94-115. https://doi.org/10.25100/praxis_educacion.v0i5.9483

Báez Ledesma, K.M. (2022). *El respeto entre profesores y estudiantes en el contexto escolar: un estado del arte*. (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile, Chile.

Barrera Quiroga, D.M. (2023). Narrativa y relato pedagógico. *Actio*, 7(2), 2-15. https://doi.org/10.21500/16578031.6491

Baxter Grant, J., Cortés García, C., Naranjo Quintero, G., Trujillo Lozada, M. (2025). *Docentes para el futuro: un nuevo contrato social por la calidad y la equidad educativa*. Recuperado de https://educacion.uniandes.edu.co/sites/default/files/notadepolitica-un_nuevo_contrato-docentes.pdf

Blay, E.A., Piqueira, J., R. (2024). El surgimiento del pensamiento complejo de Edgar Morin. *An. Acad. Bras. Cienc*, 96 (4), e20231112. https://doi.org/10.1590/0001-3765202420231112

Castellanos Muñoz, A. M., Quintana, P. y Peña Meneses, G. R. (2024). Análisis de la sintomatología vocal en docentes de Educación Básica y Media, en dos municipios de Colombia. Un estudio de prevalencia y factores asociados. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1-17. https://doi.org/10.31637/epsir-2024-1325

Chiguano Taipe, L. A., Pinargote Sabando, B. E., Vélez Zambrano, S. M., Sánchez Álava, V. L., Zambrano López, G. F., Quintanilla Gómez, D. J. (2025). Del respeto al olvido: docentes al límite en una sociedad que ya no los valora. *Revista Científica Multidisciplinar G-Nerando*, 6 (1), Pág. 5099. https://doi.org/10.60100/rcmg.v6i1.642

Cubillos Pérez, C. E. (2021). Espacios de memoria: una experiencia museológica para la construcción de paz y la reconciliación en el consejo territorial de paz de Suárez, Cauca. (Tesis de maestría) Pontificia Universidad Javeriana]. https://perfilesycapacidades.javeriana.edu.co/es/studentTheses/espacios-de-memoria-una-experiencia-museol%C3%B3gica-para-la-construcc/

Delgado Díaz, C.J. (2018). El pensamiento complejo como estrategia. En Delgado Díaz, C.J. (Edit) *Investigar desde el pensamiento complejo* (pp. 13-31). Recuperado de https://carlosjdelgado.org/publicaciones-de-carlos-j-delgado/libros/investigar-desde-el-pensamiento-complejo/

Devia Acevedo, E. D. (2024). El Papel de la Subjetivación en el Proceso Educativo: Una Revisión Crítica desde las Teorías del Poder y el Conocimiento. *EDU REVIEW. International Education and Learning Review Revista Internacional De Educación Y Aprendizaje*, *12* (2), 87–98. https://doi.org/10.62701/revedu.v12.5408

Donkoh S, Mensah J. (2023). Aplicación de la triangulación en la investigación cualitativa. *J Appl Biotechnol Bioeng*, 10 (1), 6-9. DOI: 10.15406/jabb.2023.10.00319

González Burgos, R. C., Marmolejo Gutiérrez, T. D. R., Toledo Días, D. G., Cabezas Cerna, J. I. (2025). Subjetividad docente y prácticas pedagógicas: influencia de las creencias personales en el aula. *Multidisciplinary Collaborative Journal*, *3* (3), 70-80. https://doi.org/10.70881/mcj/v3/n3/72

Grisales Serna, L.D., Zuluaga Robles, D.P. (2018). La Didáctica no parametral, un camino investigativo de constante cierre y apertura. Plumilla Educativa, 21 (1), 11-28. https://doi.org/10.30554/plumillaedu.21.2973.2018

Hereira Acuña, E., Maldonado Arcón, M. (2020). *Las competencias emocionales y la práctica docente en la mitigación de los conflictos escolares*. (Tesis de maestría). Universidad de la Costa, Barranquilla, Colombia.

Hernández González, G. (2021). La didactobiografía como dispositivo de construcción de conocimiento desde la conciencia histórica. *Revista Latinoamericana de Metodología de las Ciencias Sociales, 11*(2), e101. https://doi.org/10.24215/18537863e101

Hernández Marín, G. del J., Yon Guzmán, S. E., Arias Gómez, L., Cajigal Molina, E. (2023). Didactobiografía para fortalecer la formación del liderazgo pedagógico en las comunidades escolares. *Revista Universidad y Sociedad*, 15(2), 63-72. Recuperado de https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/3606

Herrera Prada, D.S. (2024). Subjetividades, reconciliación y educación rural en la construcción de paz del municipio de Fundación-Magdalena, Colombia. *Prospectiva. Revista de Trabajo Social e intervención social,* (37), e21013199. https://doi.org/10.25100/prts.v0i37.13199

Jiménez Chaves, V.E. (2021). Triangulación metodológica cualitativa y cuantitativa. *Revista sobre estudios e investigaciones del saber académico (Encarnación)*, 14(14): 76-81. https://doi.org/10.70833/rseisa14item276

Loaiza Zuluaga, Y. E., Vargas López , H. H., Carmona González , D. E. (2024). La formación de maestros para la construcción de paz en los contextos educativos rurales. *Folios*, (59), 70–90. https://doi.org/10.17227/folios.59-17284.

López Fuentes, B. S., Peganos Tejada, N., Peganos Tejada, C.H., Santa Cruz Gutiérrez, O,N., Botero Gómez, P. (2014). Narrativas de violencias hacia el maestro y la maestra sindicalizados en el Departamento del Cauca. *Plumilla Educativa,* 13 (1), 131-152. https://doi.org/10.30554/plumillaedu.13.403.2014

Malagón Castro, L.E., Valencia González, G.C. (2025). *Aprendizaje vital: la experiencia vital de re-nacer en y desde el territorio.* Recuperado de https://cattleyallanera.com/libro/

Mélich, J.C. (2010). *Ética de la compasión.* Barcelona, España: Herder Editorial S.L.

Mendoza Bajaña, V. P. ., Romero Morales, M. F. ., Acosta Moreno, M. F. ., Ariopaja Coronel, L. J. . (2025). Educar en la incertidumbre: pensamiento complejo y resiliencia educativa en contextos de crisis en Ecuador. *Revista Social Fronteriza*, *5*(3), e–743. https://doi.org/10.59814/resofro.2025.5(3)743

Morin, E. (1990). *Introducción al pensamiento complejo.* Recuperado de https://cursoenlineasincostoedgarmorin.org/images/descargables/Morin_Introduccion_al_pensamiento_complejo.pdf

Morin, E. (1994). *El método IV. Las Ideas. Su hábitat, su vida, sus costumbres, su organización.* Madrid, España: Ediciones Cátedra.

Morin, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro.* París, Francia: UNESCO.

Morin, E. (2001). *El método I. La naturaleza de la naturaleza.* Madrid, España: Ediciones Cátedra

Morin, E. (2002). *El método II. La vida de la vida.* Madrid, España: Ediciones Cátedra.

Morin, E. (2006a). *El método III. El conocimiento del conocimiento.* Madrid, España: Ediciones Cátedra.

Morin, E. (2006b). *El método V. La humanidad de la humanidad. La identidad humana.* Madrid, España: Ediciones Cátedra.

Morin, E. (2006c). *El método VI. Ética.* Ediciones Cátedra.

Páez Robayo, D. (2018). El conflicto armado, la violencia política y la escuela: perspectivas desde las historias de vida de los docentes. *Clío & Asociados* (27), 127-139. Recuperado de http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.9476/pr.9476.pdf

Quintero Mejía, M., Ballesteros Albarracín, N. Y.. Sánchez Espitia, K. J. (2024). Emociones en narrativas de maestros acerca del daño causado por el conflicto armado. Revista Colombiana de Educación, (91), 316-334. https/doi.org/10.17227/rce.num91-16554

Rojas Aguirre, J.L. (2021). *Incidencia del Conflicto Armado en la Configuración del Ser Maestro en Algunos Territorios Rurales del Norte de Antioquia*. (Tesis de pregrado). Universidad de Antioquia, Antioquia, Colombia.

Rodríguez Gómez, H. M., Restrepo Gil, A. (2024). Ser maestra en medio de la guerra: los vínculos y el silencio. El caso de una maestra del departamento de Antioquia, Colombia. Revista EDUCA UMCH, (23), 47- 68. https://doi.org/10.35756/educaumch.202423.310

Sánchez Suricalday, A., García Varela, A.B., Castro Martín, B. (2021). ¿Cómo entienden las y los docentes su vocación? Implicaciones de la vocación percibida en el desarrollo de la profesión docente. *Pulso Revista de Educación*, 44. 145-162. https://doi.org/10.58265/pulso.4656

Secretaría Distrital del Gobierno de Bogotá (2022). *De los entornos escolares a los ecosistemas escolares complejos en Bogotá: una apuesta integral para la atención de conflictividades escolares.* Recuperado de https://historico.gobiernobogota.gov.co/sites/gobiernobogota.gov.co/files/imagenes/informe_de_entornos_escolares.pdf

Solana Ruíz, J.L. (2020). *Claves para la comprensión de la identidad humana*. Multidiversidad Edgar Morin. Recuperado de https://cursoenlineasincostoedgarmorin.org/images/descargables/Claves_para_la_comprension_de_la_identidad_humana.pdf

Valencia González G.C., Gutiérrez Roán, D. C., Malagón Castro, L.E. (2022). Sobre la subjetividad y la educación. En Valencia González G.C., Mojica Sánchez, L.: *Acontecimientos -subjetividades -políticas -tensiones en la vida colectiva*, pp. 39-54. Recuperado de http://editorial.unimeta.edu.co/pdfs/Book_Acontecimientos_subjetividades_web.p

SECCIÓN II

Salud, prevención y tecnologías para el bienestar

Introducción a la sección

La salud se construye mucho antes de llegar a una consulta. Está en los hábitos, en las jornadas de trabajo, en la posibilidad de desplazarse hasta un servicio, en la información disponible, en la confianza que una comunidad deposita en sus formas de cuidado y en las herramientas que los profesionales tienen para tomar decisiones.

Los cinco capítulos de esta sección recorren esas dimensiones sin reducirlas a una sola explicación. El estudio sobre alimentación en trabajadores del sector financiero muestra que un ingreso adecuado no garantiza por sí mismo una dieta saludable. El capítulo sobre anemia en gestantes del altiplano peruano evidencia que una cifra epidemiológica necesita ser leída junto con la geografía, la cultura y la presencia real de los servicios de salud. En ambos casos, el contexto cambia la interpretación del dato.

La prevención ocupa el centro del tercer trabajo. Las farmacias comunitarias aparecen como espacios cercanos desde los cuales pueden desarrollarse acciones educativas frente al fenómeno de las drogas, siempre que exista articulación entre disciplinas y capacidad para adaptar las acciones a cada comunidad.

Los dos capítulos siguientes se desplazan hacia la tecnología aplicada a la salud. El primero desarrolla un prototipo wearable basado en señales ECG para el monitoreo fisiológico del estrés y demuestra su viabilidad técnica para adquirir y procesar registros, aunque la clasificación automática del estrés permanece como una fase posterior que requiere mayor validación. El segundo utiliza YOLOv8 y servicios en la nube para la detección y clasificación de lesiones cutáneas. También allí el resultado técnico es prometedor, pero no sustituye la validación externa ni las pruebas necesarias antes de una aplicación clínica.

La sección deja una idea común. Cuidar la salud exige acercarse a los problemas desde distintos niveles: conducta, educación, territorio, prevención, calidad de los datos y desarrollo tecnológico. La investigación puede aportar herramientas valiosas en cada uno de ellos, siempre que sus resultados se interpreten dentro del alcance que realmente han demostrado.

CAPÍTULO 4

Relación entre características económicas, hábitos alimentarios, estado nutricional y calidad de la dieta en trabajadores del sector financiero.

Cesar Uriel Miranda Velasco, Universidad Evangélica de El Salvador.

El Salvador.

Cesar Uriel Miranda Velasco es nutricionista salvadoreño con amplia experiencia en docencia, investigación y práctica clínica. Actualmente se desempeña como docente y supervisor de prácticas clínicas en la Universidad Evangélica de El Salvador, además de asesorar talleres de investigación científica. Ha trabajado como nutricionista en empresas privadas como Sistema de Ahorro y Crédito Integral S.A., Publicidad y Medios S.A. de C.V. (Soy Runner), y mantiene consulta privada bajo la marca Come+Nutri. Su trayectoria incluye servicio social en el Hospital Nacional de la Mujer y participación en congresos y talleres internacionales sobre nutrición, salud pública y educación superior. Académicamente, es Licenciado en Nutrición y Dietética, cuenta con una Maestría en Salud Pública, diplomados en docencia e investigación científica, y actualmente cursa un Doctorado en Ciencias de la Salud. Complementa su formación con cursos en higiene alimentaria, Excel, obesidad y actualización en nutrición clínica, consolidando un perfil sólido en salud pública, educación y nutrición aplicada.

Resumen:

El presente estudio tuvo como objetivo analizar la relación entre las características económicas, hábitos alimentarios, estado nutricional y calidad de la dieta en trabajadores del sector financiero en El Salvador. Se realizó un estudio cuantitativo, observacional, analítico-correlacional y de corte transversal en una muestra de trabajadores de 18 a 60 años. Se aplicaron instrumentos como el Cuestionario de Frecuencia de Consumo de Alimentos y el Dietary Quality Questionnaire (DQQ), además de mediciones antropométricas para determinar el índice de masa corporal. Los resultados evidenciaron que, aunque la mayoría de los participantes reportó acceso económico adecuado, predominó una dieta de baja calidad y una alta frecuencia de consumo inadecuado. Asimismo, se encontró una asociación estadísticamente significativa entre el estado nutricional y la calidad de la dieta, mientras que no se evidenció relación significativa con las variables económicas. Se concluye que factores como el entorno laboral, la educación nutricional y los estilos de vida influyen de manera determinante en la calidad de la dieta, más allá del ingreso económico. Se recomienda implementar estrategias institucionales orientadas a la promoción de hábitos saludables en el ámbito laboral.

Palabras claves: acceso económico, calidad de la dieta, estado nutricional, frecuencia de consumo, hábitos alimentarios.

Relationship between economic characteristics, eating habits, nutritional status and diet quality in workers in the financial sector.

Abstract:

This study aimed to analyze the relationship between economic characteristics, eating habits, nutritional status, and diet quality among financial sector workers in El Salvador. A quantitative, observational, analytical-correlational, cross-sectional study was conducted among workers aged 18 to 60. Instruments such as the Food Frequency Questionnaire and the Dietary Quality Questionnaire (DQQ) were used, in addition to anthropometric measurements to determine body mass index. The results showed that, although most participants reported adequate economic access, a low-quality diet and a high frequency of inadequate consumption predominated. A statistically significant association was found between nutritional status and diet quality, while no significant relationship was found with economic variables. The findings suggest that factors such as the work environment, nutritional education, and lifestyle may be associated with diet quality beyond economic income. The implementation of institutional strategies aimed at promoting healthy habits in the workplace is recommended.

Keywords: diet quality, eating habits, economic access, frequency of consumption, nutritional status.

Introducción

La alimentación es un determinante fundamental de la salud humana y un factor clave en la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles (1). En las últimas décadas, se ha observado un aumento significativo en la prevalencia de sobrepeso y obesidad a nivel mundial, asociado principalmente a cambios en los patrones alimentarios y estilos de vida (2). En el contexto laboral, estos cambios adquieren mayor relevancia debido a las condiciones propias del trabajo moderno, caracterizado por jornadas prolongadas, sedentarismo y limitada disponibilidad de opciones alimentarias saludables (3-5). En El Salvador, el panorama nutricional refleja una transición epidemiológica marcada por el incremento de enfermedades crónicas relacionadas con la alimentación (6,7). Este fenómeno plantea importantes desafíos para la salud pública y la productividad laboral, considerando que la población trabajadora constituye un pilar fundamental del desarrollo económico del país (8,9).

Diversos estudios han demostrado que la calidad de la dieta no depende exclusivamente del nivel de ingreso económico, sino que está influenciada por múltiples factores, incluyendo el entorno laboral, el acceso a información nutricional y las preferencias culturales (10,11). En este sentido, resulta necesario profundizar en el análisis de la relación entre estas variables, con el fin de generar evidencia que permita orientar políticas y programas de intervención.

El objetivo de este estudio fue analizar la relación entre las características económicas, los hábitos alimentarios, el estado nutricional y la calidad de la dieta en trabajadores del sector financiero, con el propósito de identificar factores determinantes y proponer estrategias de mejora en el ámbito laboral.

Metodología.

Diseño y tipo de estudio

Se realizó un estudio con enfoque cuantitativo, observacional, analítico-correlacional y de corte transversal, orientado a analizar la asociación entre las características económicas, los hábitos alimentarios, el estado nutricional y la calidad de la dieta en trabajadores del Banco Integral de El Salvador.

El enfoque cuantitativo permitió medir variables objetivas mediante instrumentos estandarizados y aplicar análisis estadísticos para determinar asociaciones entre las variables de estudio. El diseño correlacional se seleccionó debido a que la investigación buscó establecer la relación entre la calidad de la dieta y diferentes factores asociados, sin intervenir sobre ellos. Asimismo, el estudio fue transversal porque la recolección de datos se realizó en un único momento temporal, y La recolección de datos se realizó en un único momento, sin seguimiento longitudinal de los participantes.

Población y muestra

La población estuvo constituida por trabajadores de la sede central del Banco Integral, ubicada en San Salvador, El Salvador, con edades comprendidas entre 18 y 60 años.

La muestra estuvo conformada por 103 participantes, calculada mediante el programa OpenEpi versión 3.01, (12) utilizando una frecuencia esperada del 50%, un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%. Se empleó un muestreo probabilístico aleatorio simple, permitiendo que todos los trabajadores tuvieran la misma probabilidad de ser seleccionados.

Se incluyeron trabajadores de ambos sexos que laboraban al menos ocho horas diarias y realizaban como mínimo dos tiempos de comida fuera del hogar. Se excluyeron personas con enfermedades metabólicas o gastrointestinales, mujeres embarazadas, individuos con dietas restrictivas y trabajadores que practicaban deportes de alto rendimiento, debido a la posible alteración de su composición corporal y estado nutricional.

Recolección de datos e instrumentos

La recolección de información se realizó mediante entrevista estructurada. Se utilizaron instrumentos orientados a evaluar características sociodemográficas, condiciones económicas, hábitos alimentarios, calidad de la dieta y estado nutricional.

Para evaluar los hábitos alimentarios se aplicó un Cuestionario de Frecuencia de Consumo de Alimentos (CFCA), validado previamente y adaptado con base en las Guías Alimentarias para las Familias Salvadoreñas y las Guías Alimentarias de Costa Rica (13). Este instrumento permitió identificar la

frecuencia de consumo de diferentes grupos de alimentos y clasificar los patrones dietéticos de los participantes (14,15).

La calidad de la dieta se evaluó mediante el Diet Quality Questionnaire (DQQ), adaptado para El Salvador por el Global Diet Quality Project (16,17). Este cuestionario permitió analizar el consumo de grupos alimentarios saludables y no saludables durante las últimas 24 horas mediante indicadores internacionales como DDS, NCD-Protect, NCD-Risk y GDR Score. La elección de este instrumento se fundamentó en su aplicabilidad internacional, rapidez de implementación y capacidad para evaluar de forma integral la calidad dietética en población adulta trabajadora.

El estado nutricional se determinó mediante la medición antropométrica de peso y talla, utilizando báscula de piso y tallímetro. Posteriormente, se calculó el Índice de Masa Corporal (IMC) aplicando los criterios de clasificación establecidos por la Organización Mundial de la Salud (18,19).

Procedimiento

La investigación fue aprobada previamente por el Comité de Ética de la Universidad Evangélica de El Salvador. Posteriormente, se coordinó con el departamento de recursos humanos del Banco Integral la promoción y ejecución del estudio.

Estado nutricional	Buena calidad	Baja calidad	Total (%)
Normopeso	12 (60.0%)	8 (40.0%)	20 (19.4%)
Sobrepeso	10 (22.7%)	34 (77.3%)	44 (42.7%)
Obesidad	5 (12.8%)	34 (87.2%)	39 (37.9%)
Total	**27 (26.2%)**	**76 (73.8%)**	**103 (100%)**

Antes de la participación, todos los trabajadores firmaron un consentimiento informado donde se explicó el objetivo, procedimiento y confidencialidad de la investigación. Posteriormente, se realizó la entrevista estructurada, seguida de la toma de medidas antropométricas y aplicación de los cuestionarios alimentarios.

Debido a que la población estuvo constituida por trabajadores de una institución financiera, se garantizó que la participación fuera voluntaria y que la decisión de participar o no participar no tuviera consecuencias laborales. La información recolectada fue tratada de forma confidencial y los resultados fueron presentados de manera agregada, sin identificación individual.

El tiempo promedio de aplicación por participante fue de aproximadamente quince minutos.

Análisis estadístico

Se realizó estadística descriptiva mediante frecuencias, porcentajes y medidas de tendencia central, según correspondiera. Para evaluar las asociaciones entre las variables categóricas se utilizaron pruebas de asociación con un nivel de significancia de $p<0.05$. En la versión para publicación se debe indicar expresamente la prueba utilizada para cada comparación, el software estadístico y, cuando se reporte

una razón de momios (OR), la categoría de referencia y el método utilizado para calcular el intervalo de confianza.

Análisis estadístico

El peso y la talla se obtuvieron mediante medición antropométrica directa. El manuscrito original debe complementarse con la marca y modelo de los equipos, precisión de la báscula y tallímetro, procedimiento de calibración, condiciones de medición y capacitación del personal evaluador, para garantizar la reproducibilidad del procedimiento.

Procedimiento antropométrico

Las variables principales fueron características económicas, hábitos alimentarios, calidad de la dieta y estado nutricional. La calidad de la dieta se evaluó mediante el Diet Quality Questionnaire (DQQ), considerando los indicadores descritos por el Global Diet Quality Project. El estado nutricional se estimó mediante el índice de masa corporal (IMC), calculado a partir del peso y la talla y clasificado según los criterios de la Organización Mundial de la Salud (18,19). Para fortalecer la replicabilidad, la versión final del manuscrito deberá especificar el número de ítems de cada instrumento, los grupos alimentarios evaluados, los puntos de corte, la fórmula de cálculo de cada indicador del DQQ y el procedimiento de categorización de la calidad de la dieta.

Variables y criterios de clasificación

Los datos recopilados fueron organizados y analizados mediante estadística descriptiva e inferencial. Se calcularon frecuencias, porcentajes y medidas de asociación entre variables.

Para determinar la relación entre las características económicas, hábitos alimentarios, estado nutricional y calidad de la dieta, se aplicaron pruebas estadísticas de asociación, considerando un nivel de significancia de $p<0.05$.

Operacionalización de variables:

Variable	Indicador	Escala de medición	Instrumento	Análisis
Estado nutricional	IMC (kg/m²)	Continua	Antropometría	χ^2, OR
Calidad de la dieta	DQQ (DDS, NCD-Protect, NCD-Risk)	Ordinal	DQQ	χ^2
Hábitos alimentarios	Frecuencia de consumo	Ordinal	CFCA	χ^2
Características económicas	Ingreso mensual, remesas	Nominal/Ordinal	Entrevista estructurada	χ^2

Resultados

Características económicas de la población estudiada

La población evaluada estuvo conformada por 103 trabajadores de Banco Integral, con edades comprendidas entre 18 y 60 años. En relación con las características económicas, el 98.1% de los participantes presentó un buen acceso económico, definido como ingresos mensuales superiores al salario mínimo establecido para el sector comercio y servicios en El Salvador. Asimismo, una proporción importante reportó ingresos adicionales provenientes de remesas u otras fuentes complementarias.

A pesar del adecuado acceso económico identificado en la mayoría de los trabajadores, los hallazgos evidenciaron que dicho factor no garantizó prácticas alimentarias saludables ni una adecuada calidad de la dieta (4,5).

Hábitos alimentarios y frecuencia de consumo

Respecto a los hábitos alimentarios, se observó que el 74.8% de los trabajadores presentó una frecuencia de consumo inadecuada, principalmente relacionada con el bajo consumo de frutas y verduras y una elevada ingesta de alimentos ultraprocesados, bebidas azucaradas y alimentos con alta densidad energética.

Los patrones alimentarios identificados reflejan conductas dietéticas asociadas con mayor riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles, especialmente en entornos laborales donde predominan jornadas extensas, limitaciones de tiempo y disponibilidad reducida de opciones saludables (1,6).

Calidad de la dieta

La evaluación de la calidad de la dieta mediante el Cuestionario de Calidad de la Dieta (DQQ) mostró que el 84.5% de los participantes presentó una dieta de baja calidad. Los indicadores evidenciaron bajos puntajes en el componente protector (NCD-Protect) y valores elevados en el componente de riesgo (NCD-Risk), asociados al consumo frecuente de bebidas azucaradas, alimentos fritos, carnes procesadas y productos ultraprocesados.

Estos resultados sugieren una limitada adherencia a las recomendaciones internacionales de alimentación saludable y reflejan una transición alimentaria caracterizada por patrones dietéticos de riesgo (1,6).

- Calidad de la dieta de los trabajadores de Banco Integral.

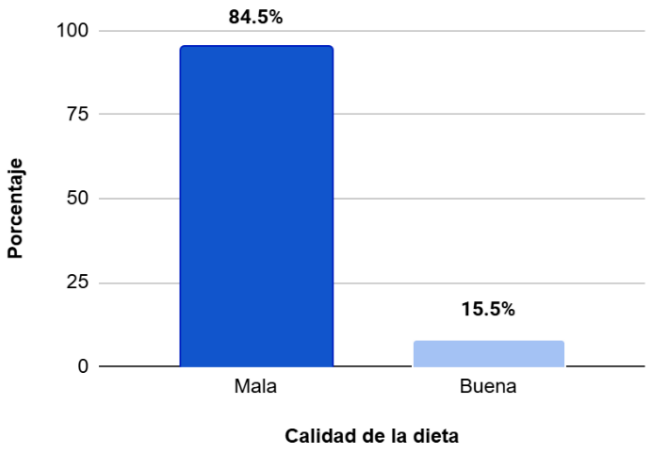


Figura 1: Calidad de la dieta de los empleados de Banco Integral sede central en el periodo de mayo 2025.

Estado nutricional

En relación con el estado nutricional, el 79.6% de los trabajadores presentó alteraciones nutricionales, predominando el sobrepeso y la obesidad según la clasificación del Índice de Masa Corporal (IMC) establecida por la Organización Mundial de la Salud.

Los resultados obtenidos muestran una alta frecuencia de malnutrición por exceso en la población laboral estudiada, condición asociada con mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares, metabólicas y otras enfermedades crónicas no transmisibles (2,20,21).

Asociación entre variables

El análisis estadístico no mostró una asociación significativa entre el acceso económico y la calidad de la dieta ($p>0.05$). De igual manera, no se identificó una relación estadísticamente significativa entre la frecuencia de consumo y la calidad de la dieta.

Sin embargo, se encontró una asociación estadísticamente significativa entre el estado nutricional y la calidad de la dieta ($p<0.05$), evidenciando que los trabajadores con dietas de baja calidad presentaron mayor prevalencia de sobrepeso y obesidad.

Tabla 1. Relación entre estado nutricional (IMC) y calidad de la dieta en trabajadores del Banco Integral, 2025

Fuente: elaboración propia a partir de datos recolectados mediante el *Cuestionario de Frecuencia de Consumo de Alimentos (CFCA)* y el *Diet Quality Questionnaire (DQQ)*. Prueba estadística aplicada: **Chi-cuadrado ($\chi^2=9.82$), OR=2.9, IC95%: 1.4–6.2, $p < 0.05$**.

Los resultados muestran que la prevalencia de dietas de baja calidad aumenta progresivamente **con** el exceso de peso corporal. Mientras que el 40% de los trabajadores con normopeso reportó una dieta de baja calidad, esta proporción ascendió al 77.3% en el grupo con sobrepeso y al 87.2% en el grupo con obesidad. El análisis estadístico confirmó una relación significativa entre estado nutricional y calidad de la dieta, evidenciando que los trabajadores con dietas de baja calidad presentan mayor probabilidad de desarrollar sobrepeso y obesidad.

Discusión.

Los resultados del presente estudio indican que existe una elevada prevalencia de dietas de baja calidad y alteraciones del estado nutricional en los trabajadores del Banco Integral, evidenciando un patrón alimentario caracterizado por consumo insuficiente de alimentos protectores y elevada ingesta de productos ultraprocesados y de alta densidad energética.

Aunque la mayoría de los participantes presentó un adecuado acceso económico, este factor no mostró asociación estadísticamente significativa con la calidad de la dieta. Estos hallazgos sugieren que disponer de mayores ingresos no necesariamente garantiza prácticas alimentarias saludables. Diversos autores han señalado que los hábitos alimentarios están influenciados no solo por factores económicos, sino también por el entorno alimentario, la disponibilidad de opciones saludables, las jornadas laborales extensas, el tiempo disponible para alimentarse y factores socioculturales relacionados con las decisiones alimentarias (3-11).

Los hallazgos obtenidos coinciden parcialmente con lo reportado en el estudio realizado en Colombia sobre barreras económicas para una alimentación saludable, donde se identificó que las limitaciones económicas condicionaban el consumo de alimentos de baja calidad nutricional (11). Sin embargo, en la presente investigación, aun cuando predominó un adecuado acceso económico, persistieron patrones dietéticos inadecuados, lo que podría indicar la participación de otros factores determinantes del comportamiento alimentario, particularmente aquellos relacionados con el estilo de vida laboral urbano y la transición nutricional actual.

Respecto a los hábitos alimentarios, la elevada frecuencia de consumo inadecuado observada en los trabajadores refleja un patrón compatible con las tendencias alimentarias descritas por la Organización Mundial de la Salud y diversos estudios latinoamericanos, donde el incremento del consumo de bebidas azucaradas, alimentos procesados y comidas rápidas se asocia directamente con el desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles (1-5). La baja adherencia a patrones alimentarios saludables encontrada en este estudio evidencia la necesidad de fortalecer estrategias de educación nutricional y promoción de estilos de vida saludables dentro del entorno laboral.

La evaluación del estado nutricional mostró una elevada prevalencia de sobrepeso y obesidad. Estos resultados son consistentes con investigaciones realizadas en trabajadores de empresas agroindustriales y del sector petrolero, donde también se identificó asociación entre hábitos alimentarios inadecuados y mayor índice de masa corporal (22).

Uno de los hallazgos más relevantes del presente estudio es la asociación estadísticamente significativa entre calidad de la dieta y estado nutricional. Estos datos indican que la baja calidad de la dieta se observó con mayor frecuencia entre los trabajadores con alteraciones del estado nutricional; sin embargo, por el diseño transversal no es posible establecer causalidad ni afirmar que la dieta determinó el desarrollo de sobrepeso u obesidad (19,21,23). Este resultado respalda la hipótesis planteada inicialmente y coincide con la evidencia científica disponible sobre el impacto de la alimentación en el desarrollo de enfermedades no transmisibles.

Desde el punto de vista metodológico, una de las fortalezas del estudio fue la utilización del Diet Quality Questionnaire (DQQ), un instrumento internacional validado que permitió evaluar la calidad de la dieta de forma rápida y estandarizada (16,17). Asimismo, el empleo de cuestionarios de frecuencia de consumo y mediciones antropométricas permitió integrar variables dietéticas, económicas y nutricionales dentro del mismo análisis.

No obstante, el estudio presenta algunas limitaciones. Debido a su diseño transversal, no es posible establecer relaciones causales definitivas entre las variables estudiadas. Además, la información dietética se obtuvo mediante autorreporte, lo que podría generar sesgos de memoria o subestimación del consumo alimentario. Otra limitación importante fue que la investigación se desarrolló en una única institución, lo cual restringe la posibilidad de extrapolar los resultados a otras poblaciones laborales del país.

Un aspecto relevante fue que algunos participantes con adecuado acceso económico y nivel educativo presentaron dietas de baja calidad y exceso de peso corporal. Esta observación debe interpretarse con cautela, ya que el estudio no incluyó variables como actividad física, estrés laboral, sueño o comportamiento sedentario, que podrían actuar como factores de confusión.

Los resultados obtenidos resaltan la necesidad de implementar programas de promoción de alimentación saludable en el entorno laboral, enfocados en educación nutricional, acceso a opciones saludables y prevención del sobrepeso y la obesidad. Asimismo, se considera importante desarrollar futuras investigaciones longitudinales que permitan evaluar causalidad y analizar otros factores asociados, como actividad física, estrés laboral, calidad del sueño y comportamiento sedentario.

Finalmente, estos hallazgos aportan evidencia local sobre la relación entre calidad de la dieta y estado nutricional en población trabajadora salvadoreña, un tema poco explorado en el contexto nacional. La investigación contribuye al fortalecimiento de la evidencia científica relacionada con salud ocupacional y nutrición laboral, además de generar información útil para el diseño de intervenciones preventivas dirigidas a trabajadores del sector financiero y empresarial.

Conclusiones.

La presente investigación evidencia que la mayoría de los trabajadores evaluados presenta una dieta de baja calidad, caracterizada por patrones alimentarios inadecuados y elevada frecuencia de consumo de alimentos asociados con riesgo para enfermedades crónicas no transmisibles (4-24). Estos hallazgos reflejan la existencia de conductas alimentarias desfavorables dentro del entorno laboral estudiado.

Asimismo, se identifica una elevada prevalencia de sobrepeso y obesidad en la población investigada, lo que muestra una elevada frecuencia de alteraciones del estado nutricional en la población estudiada. Los resultados obtenidos muestran que la malnutrición por exceso constituye un problema relevante en la población laboral estudiada.

Aunque la mayoría de los participantes presentó un adecuado acceso económico, no se encontró asociación estadísticamente significativa entre las características económicas y la calidad de la dieta. Este resultado sugiere que el ingreso económico por sí solo no garantiza una alimentación saludable, y que

existen otros factores sociales, culturales, laborales y conductuales que influyen en las decisiones alimentarias.

Por otro lado, se encontró una asociación significativa entre la calidad de la dieta y el estado nutricional, evidenciando que los trabajadores con dietas de baja calidad presentaron con mayor frecuencia sobrepeso y obesidad. Estos datos respaldan la hipótesis relacionada con la influencia de los patrones dietéticos sobre el estado nutricional y coinciden con la evidencia científica disponible en población laboral.

Los hallazgos del estudio resaltan la importancia de implementar estrategias de promoción de alimentación saludable dentro de los espacios laborales, orientadas a fortalecer la educación nutricional, mejorar el acceso a opciones alimentarias saludables y fomentar estilos de vida preventivos que contribuyan a disminuir el riesgo de enfermedades no transmisibles.

Desde el punto de vista científico, esta investigación aporta evidencia local sobre calidad de la dieta y estado nutricional en trabajadores salvadoreños, aportando evidencia local sobre nutrición laboral y salud ocupacional, áreas aún limitadamente estudiadas en El Salvador.

Finalmente, se recomienda que futuras investigaciones incorporen variables adicionales como actividad física, estrés laboral, calidad del sueño y comportamiento sedentario, así como diseños longitudinales que permitan establecer relaciones causales entre la calidad de la dieta y el estado nutricional en poblaciones trabajadoras.

Agradecimientos.

El autor expresa su agradecimiento a las autoridades y trabajadores del Banco Integral por su colaboración y disposición para participar en el desarrollo de la presente investigación.

Asimismo, se agradece a la Universidad Evangélica de El Salvador por el apoyo académico y metodológico brindado durante el proceso de elaboración del estudio, así como al Comité de Ética por la evaluación y aprobación del protocolo de investigación.

De igual manera, se reconoce el acompañamiento y orientación de la asesora académica y docentes que contribuyeron al fortalecimiento científico y técnico del presente trabajo.

Finalmente, se agradece a todas las personas que, de manera directa o indirecta, apoyaron la realización de esta investigación y contribuyeron al cumplimiento de sus objetivos.

Referencias.

Scielo.cl. [citado el 2 de abril de 2025]. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717- 75182018000300119.

FAO. (n.d.). Capítulo 4: Factores sociales y culturales en la nutrición. [citado el 2 de abril de 2025]. Disponible en: https://www.fao.org/4/W0073S/w0073s08.htm

Scielo. (2019). Productividad laboral y su costo económico, relacionado con los hábitos alimenticios de los trabajadores de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. [citado el 2 de

abril de 2025]. Disponible en: http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202019000200232

UCSG Repository. (2018). Influencia de los hábitos alimentarios y la actividad física en el rendimiento laboral de los trabajadores de 24 a 68 años que laboran en una empresa de servicios financieros en la ciudad de Guayaquil. [citado el 2 de abril de 2025]. Disponible en: http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/10257

Scielo. (2018). Nutrición en el trabajo y actividades de promoción de la salud: revisión sistemática. [citado el 2 de abril de 2025]. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465- 546X2018000200200

Revista Sanitaria de Investigación. (n.d.). Promoción de la salud laboral: el papel de la nutrición en el trabajo. [citado el 2 de abril de 2025]. Disponible en: https://revistasanitariadeinvestigacion.com/promocion-de-la-salud-laboral-el-papel- de-la-nutricion-en-el-trabajo/.

Scielo. (2019). El nuevo paradigma de la salud laboral: alimentación, nutrición y dieta. [citado el 2 de abril de 2025]. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2019000200001

INHRR. Relación entre hábitos nutricionales y enfermedades crónicas. jun 2014 [Internet].

[citado 11 de julio de 2023];45(1). Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-04772014000100001

Ilo.org. [citado el 1 de abril de 2025]. Disponible en: https://www.ilo.org/es/resource/news/una-deficiente-alimentacion-en-el-trabajo-afecta- la- salud-y-la

Organización Panamericana de la Salud. Alimentación sana [Internet]. Organización Panamericana de la Salud; 2018 agosto. [citado 11 de febrero de 2025]. Disponible en: https://www.who.int/es/news-room/fact- sheets/detail/healthy-diet

Archila B. Minsal dice empleados de salud y educación padecen sobrepeso [Internet]. Diario El Mundo. 1969 [citado el 1 de abril de 2025]. Disponible en:

https://diario.elmundo.sv/Nacionales/minsal-dice- empleados-de-salud-y-educacion-padecen-sobrepeso

Campanella G.D. Guerra a las grasas y los ultra procesados en oficinas públicas de Montevideo [Internet]. Ediciones EL PAÍS SL 2024 [citado el 1 de abril de 2025]. Disponible en: https://elpais.com/planeta-futuro/2024-12-05/guerra-a-las-grasas-y-los- ultraprocesados-en-oficinas-publicas-de-montevideo.html

Natalie Ríos, Margarita Samudio, Fabiana Paredes, Fernando Vio. Efecto de una intervencióneducativa nutricional en un entorno laboral. Scielo. junio de

2017;67(2):138-45. Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0004-06222017000200009&script=sci_abstract.

Florêncio TT, Ferreira HS, Cavalcante JC, Assunção ML de, Sawaya AL. Short stature and foodhabits as determining factors for the low productivity of sugarcane labourers in the State of Alagoas, north-eastern Brazil. Arch Latinoam Nutr. marzo de 2008;58(1):33- [citado 11 de febrero de 2025].

Ministerio de Salud de El Salvador. Unidad de nutrición. Guía alimentaria para la población salvadoreña. [Internet]. 1.a ed. El Salvador; 2012. 28 p. [citado 11 de febrero de 2025]. Disponible en: https://www.fao.org/3/as867s/as867s.pdf

Fernández-Lázaro D, Seco-Calvo J. Nutrition, Nutritional Status and Functionality. Nutrients. 18 de abril de 2023;15(8):1944. [citado 11 de febrero de 2025]. Disponible en: https://www.mdpi.com/2072-6643/15/8/1944.

R U, Kd T. How Can We Assess the Nutritional Status of an Individual? J Nutr Food Sci. 7(6):1-2. [citado 11 de febrero de 2025]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/321773206_How_Can_We_Assess_the_Nutrit ional_Status_of_an_Individual.

Bredella MA. Sex Differences in Body Composition. Adv Exp Med Biol. 2017; 1043:9-27. [citado 11 de febrero de 2025]. Disponible en: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-70178- 3_2

FAO. Seguridad Alimentaria y Nutricional - Conceptos básicos. [citado 11 de febrero de 2025]. Disponible en: Conceptos Básicos | Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) Centroamérica | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

Walter Suárez-Carmona AJSO -. Índice de masa corporal: ventajas y desventajas de su uso en la obesidad. Relación con la fuerza y. Nutr Clin EN Med. 1 de noviembre de 2018;(3):128-

[citado 11 de febrero de 2025]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/329245325_Indice_de_masa_corporal_ventajas_y_desventajas_de_su_uso_en_la_obesidad_Relacion_con_la_fuerza_y_la_actividad _fisica.

Diet Quality Questionnaire | Nutrition Connect [Internet]. [citado 2 de marzo de 2025]. Disponible en: https://nutritionconnect.org/resource-center/diet-quality- questionnaire

Tools — Global Diet Quality Project [Internet]. [citado 2 de marzo de 2025]. Disponible en: https://www.dietquality.org/tools.

Scielo. (2019). Productividad laboral y su costo económico, relacionado con los hábitos alimenticios de los trabajadores de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218- 36202019000200232

Flores M. El Abcd De La Evaluación Del Estado De Nutrición. 2.a ed. Vol. 1. McGraw- Hill; 2023. [citado 11 de febrero de 2025]. Disponible en: https://uniclanet.unicla.edu.mx/assets/contenidos/172320230610121333.pdf

CAPÍTULO 5

Barreras socioculturales y territoriales en la persistencia de anemia en gestantes del altiplano peruano: aproximación mixta desde datos oficiales y voces comunales

Flavio Demetrio Abarca Macedo:

Licenciado en Ciencias de la Comunicación Social, Doctor en Ciencias Sociales; docente en la Universidad Nacional del Altiplano, Puno – Perú, teléfono 051-973808011, http://orcid.org/0000-0003-1060-6586

Correspondencia: flavioabarca@unap.edu.pe

Mauro OctavioTapia Cruz:

Licenciado en Ciencias de la Comunicación Social, Magister en Relaciones Públicas, Doctor en Ciencias Sociales; docente de la Universidad Nacional del Altiplano, Puno – Perú,

http://orcid.org/0000-0001-9940-6796

Correspondencia: maurotapia@unap.edu.pe

Yeni Pari Yana:

Licenciada en Ciencias de la Educación, Doctora en Educación; docente de la Universidad Nacional del Altiplano, Puno – Perú,

http://orcid.org/0000-0002-3050-2154

Correspondencia: ypariy@unap.edu.pe

Resumen

Este estudio de enfoque mixto analiza las barreras socioculturales y territoriales vinculadas a la persistencia de la anemia en gestantes del altiplano peruano, en la región Puno, durante el periodo 2021–2025. El componente cuantitativo se basó en el análisis de datos secundarios del Repositorio Único Nacional de Información en Salud (REUNIS), mientras que el cualitativo consistió en entrevistas en profundidad a autoridades comunales quechuas y aimaras, quienes actuaron como informantes clave. Los resultados cuantitativos muestran variaciones en la prevalencia de anemia, registrando un descenso del 33.3% en 2021 al 22.30% en 2025. Sin embargo, estas cifras no reflejan una reducción de las brechas estructurales de fondo. Desde la perspectiva cualitativa, se identificaron tres dimensiones críticas de barreras: territoriales (dispersión geográfica y deficiencias en el transporte), socioculturales (arraigo de la

medicina tradicional y percepciones locales sobre la gravedad de la anemia) e institucionales (limitada presencia estatal y debilitamiento de las estrategias comunitarias de educación sanitaria). Se concluye que la anemia en gestantes puneñas es un problema de salud pública multidimensional donde interactúan factores sociales, culturales y geográficos. Su abordaje efectivo exige el diseño de políticas integrales con un enfoque intercultural real, logrando articular la evidencia epidemiológica oficial con los saberes y prácticas de las propias comunidades para optimizar el acceso y la pertinencia de la atención materna.

Palabras clave: Anemia, Altiplano peruano, Interculturalidad, Salud materna.

Abstract

This mixed-approach study analyzes the sociocultural and territorial barriers linked to the persistence of anemia in pregnant women in the Peruvian highlands, in the Puno region, during the 2021–2025 period. The quantitative component was based on the analysis of secondary data from the National Single Repository of Health Information (REUNIS), while the qualitative component consisted of in-depth interviews with Quechua and Aymara communal authorities, who acted as key informants. Quantitative results show variations in the prevalence of anemia, registering a decrease from 33.3% in 2021 to 22.30% in 2025. However, these figures do not reflect a reduction in the underlying structural gaps. From the qualitative perspective, three critical dimensions of barriers were identified: territorial (geographic dispersion and transport deficiencies), sociocultural (deep-rooted traditional medicine and local perceptions about the severity of anemia), and institutional (limited state presence and weakening of community health education strategies). It is concluded that anemia in pregnant women from Puno is a multidimensional public health problem where social, cultural, and geographic factors interact. Its effective approach demands the design of comprehensive policies with a real intercultural focus, managing to articulate official epidemiological evidence with the knowledge and practices of the communities themselves to optimize the access and relevance of maternal care.

Keywords: Anemia, Peruvian highlands, Interculturality, Maternal health.

Introdroducción

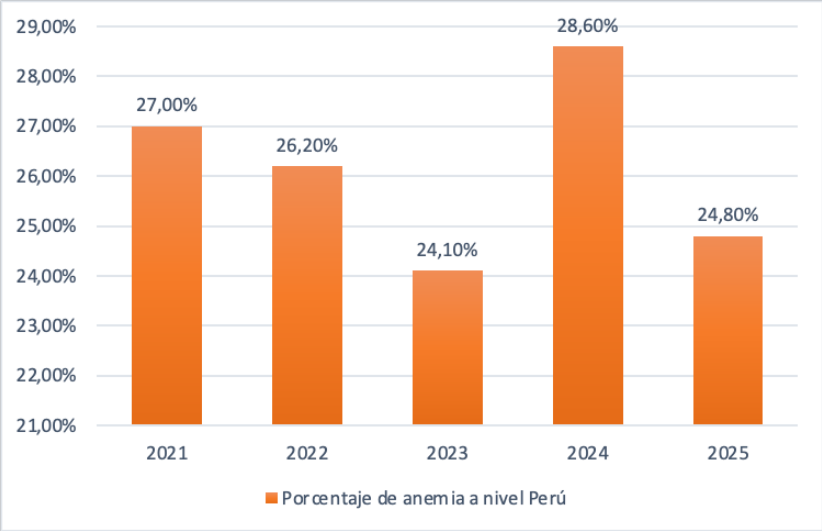
La anemia en mujeres gestantes constituye una problemática persistente y crítica de salud pública en el Perú, con un impacto profundamente agudizado en contextos rurales, como el altiplano de la región Puno. Esta condición exige un análisis integral que incorpore activamente las dimensiones sociales, culturales, económicas y territoriales que influyen de manera directa tanto en su presencia como en su manejo cotidiano dentro de las comunidades. La complejidad del escenario altiplánico obliga a mirar más allá del déficit de hierro y centrarse en las causas que coadyuvan a la persistencia de este problema.

En el contexto nacional, estudios epidemiológicos han evidenciado variaciones en la prevalencia de anemia en mujeres en edad fértil, observándose leves descensos en ciertos periodos intercensales (Fig. 1). No obstante, las brechas de equidad entre las zonas urbanas y rurales continúan siendo significativas. Reportes recientes basados en encuestas nacionales de salud muestran que, aunque existen esfuerzos sostenidos en el diseño e implementación de políticas de intervención y suplementación, las regiones

altoandinas mantienen indicadores de anemia muy por encima del promedio nacional. Esto refleja las profundas desigualdades estructurales en el acceso a servicios de salud oportunos y de calidad (Hernández et al., 2024; Espinola et al., 2021).

Figura 1.

Porcentaje de anemia en mujeres gestantes – Perú quinquenio 2021 -2025



Fuente: MINSA/DFIESP/DPCTB/SIGTB

En particular, la anemia durante el proceso de gestación es considerada una condición de riesgo clínico y social relevante debido a sus severas implicancias en la salud tanto materna como neonatal (Mondalgo, 2019). La literatura médica ha documentado ampliamente que esta deficiencia incrementa significativamente la probabilidad de complicaciones graves, tales como el parto prematuro, el bajo peso al nacer y una elevada tasa de morbimortalidad perinatal (Plaza et al., 2024). Estas consecuencias evidencian la necesidad imperativa de fortalecer de forma urgente las estrategias preventivas y de captación temprana durante el control prenatal en el primer nivel de atención (Angeles Oblitas et al., 2023; Azañedo & Paz, 2024).

No obstante, en los contextos rurales del altiplano peruano, la persistencia de esta condición se encuentra estrechamente asociada a un conjunto de factores interrelacionados de difícil resolución. Entre ellos, la marcada dispersión geográfica de las comunidades, las limitaciones en la infraestructura vial, el acceso restringido a establecimientos de salud debidamente equipados y las dificultades económicas familiares para costear el traslado físico constituyen elementos que condicionan drásticamente la oportunidad de la atención sanitaria. Estos problemas estructurales no actúan de manera aislada, sino que se articulan e interactúan de forma constante con factores socioculturales que moldean la toma de decisiones familiares sobre el cuidado de la salud de la gestante.

En este sentido, la literatura científica reciente ha señalado que en diversas comunidades altoandinas persiste una fuerte valoración y vigencia de la medicina tradicional como el primer recurso de atención

frente a la enfermedad, especialmente en casos que son percibidos localmente como leves o no urgentes. Este fenómeno que, erróneamente se percibe como rechazo al sistema de salud formal, es parte de una legítima construcción sociocultural del proceso salud-enfermedad-atención, donde coexisten de manera compleja los saberes ancestrales y las prácticas biomédicas occidentales (Mendoza et al., 2023; Callohuanca et al., 2022).

Asimismo, la limitada presencia de estrategias de educación sanitaria continua y el paulatino debilitamiento o reducción de los agentes comunitarios de salud en las zonas rurales han contribuido a generar profundos vacíos de información en torno a la prevención efectiva de la anemia. Esta situación se ve directamente reflejada en la persistencia de creencias y percepciones locales que minimizan la gravedad de la enfermedad, lo que influye en la demora o postergación de la búsqueda de atención médica institucional oportuna (López et al., 2021; Blas & Criollo, 2023).

Por otro lado, los factores individuales y biológicos tales como la edad de la madre, el estado nutricional previo al embarazo, la multiparidad y los intervalos intergenésicos cortos también han sido identificados como elementos que incrementan la vulnerabilidad fisiológica de las gestantes frente a la anemia ferropénica (Muñoz, 2023). Sin embargo, en el marco de la salud pública moderna, estos factores deben ser pensados dentro de un marco más amplio de determinantes sociales de la salud, evitando a toda costa explicaciones reduccionistas que pretendan separar lo estrictamente biológico de lo social y cultural (Ortiz et al., 2021; Bensa et al., 2025).

De este modo, la anemia en gestantes del altiplano peruano se configura como un fenómeno complejo y multidimensional, donde interactúan condiciones estructurales, prácticas culturales arraigadas y serias limitaciones institucionales. Esta intrincada interacción dificulta notablemente la efectividad de las intervenciones tradicionales de salud pública cuando estas se diseñan de manera vertical y no incorporan un enfoque intercultural real que reconozca, respete y dialogue con la diversidad de prácticas y saberes presentes en las comunidades rurales andinas.

Así, el presente estudio analiza las barreras socioculturales, económicas y territoriales asociadas a la persistencia de la anemia en gestantes de la región Puno durante el periodo 2021–2025, a partir de una aproximación metodológica mixta que integra la descripción de datos estadísticos oficiales provenientes del REUNIS y el análisis de las narrativas obtenidas de las autoridades comunales quechuas y aimaras. El propósito fundamental de este enfoque no es establecer relaciones causales, sino contribuir a una comprensión más integral y profunda del fenómeno, articulando la evidencia cuantitativa con las percepciones locales en la voz de sus autoridades, a fin de aportar insumos valiosos que permitan fortalecer políticas públicas con verdadera pertinencia territorial e intercultural en el ámbito de la salud materna.

Metodología

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque mixto de investigación, utilizando un diseño de complementariedad, con el propósito de abordar de manera integral y multidimensional la problemática de la anemia en mujeres gestantes del altiplano peruano. Metodológicamente, se optó por un diseño no

experimental, de corte transversal, con un alcance descriptivo-interpretativo. La justificación de este abordaje radica en que el fenómeno de la anemia en contextos de altitud no puede ser comprendido únicamente a través de indicadores numéricos aislados. Así, el componente cuantitativo permitió caracterizar la magnitud, las variaciones y las tendencias temporales de la prevalencia de esta condición a partir de registros oficiales de salud pública. Por su parte, el componente cualitativo facilitó la inmersión en las subjetividades, experiencias y significados compartidos por los actores locales, logrando explorar las barreras que los datos estadísticos por sí solos no consiguen revelar.

La investigación se localizó geográficamente en la región del altiplano peruano, específicamente en el departamento de Puno caracterizado por una altitud que supera los 3,800 metros sobre el nivel del mar, una marcada dispersión de sus asentamientos poblacionales y una geografía accidentada que limita la conectividad vial formal. Desde la perspectiva sociocultural, el ámbito de estudio alberga comunidades con raíces ancestrales quechuas y aimaras bien definidas. Para la ejecución de este estudio, las comunidades se seleccionaron por la presencia de sus representantes en reuniones ordinarias tanto quechuas como aimaras, priorizando distritos rurales pertenecientes a las provincias de Azángaro (quechua) Ilave (aimara), zonas históricamente identificadas por los servicios oficiales con persistencia de brechas estructurales de salud materna.

La población cualitativa del estudio estuvo conformada por autoridades comunales tradicionales en ejercicio dentro de las parcialidades y comunidades. La muestra fue de tipo no probabilística e intencional, quedando constituida por un total de nueve (9) participantes: cuatro (4) de origen cultural quechua y cinco (5) de origen cultural aimara. El perfil específico incluyó a tres tenientes gobernadores y una tenientina del sector quechua, así como a tres tenientes gobernadores y dos tenientinas del sector aimara.

Tabla 1

Caracterización de las autoridades comunales entrevistadas (n=9)

Código	Sexo	Cargo	Origen Cultural	Comunidad / Zona	Tipo de Autoridad	Experiencia Comunal	Relación con la Salud - comunidad
E1	M	Teniente Gobernador	Quechua	Jurinsaya Azángaro	Política-Comunal	1 año	Autoridad comunal.
E2	M	Teniente Gobernador	Aimara	Ancoamaya Ilave	Política-Comunal	2 años	Comité de vigilancia
E3	M	Teniente Gobernador	Quechua	Yacchata Azángaro	Política-Comunal	3años	Ex promotor voluntario
E4	F	Tenientina	Quechua	Santa Ana Azángaro	Política-Comunal	2 años	Autoridad comunal
E5	M	Teniente Gobernador	Aimara	Pilcuyo Ilave	Política-Comunal	3 años	Integrante de Ronda Campesina

E6	F	Tenientina	Aimara	Condoriri Ilave	Política-Comunal	1 año	Acompañante de gestantes rurales.
E7	M	Teniente Gobernador	Aimara	Capaso Ilave	Política-Comunal	2 años	Comité de vigilancia
E8	F	Tenientina	Aimara	Santa Rosa Ilave	Política-Comunal	2 años	Orientadora
E9	M	Teniente Gobernador	Quechua	Achaya Azángaro	Política-Comunal	4 años	Comité de fiscalización

Nota: Participantes en el proceso cualitativo

La selección de estas autoridades específicas se justificó metodológicamente debido a que, dentro de la organización comunitaria andina, los "Tenientes" y "Tenientinas" son líderes de base y los primeros receptores de las necesidades básicas, conflictos y urgencias sanitarias de la población. Para su captación, se empleó la técnica de muestreo acumulativo o "bola de nieve" (snowball sampling). Se estableció un contacto inicial con un líder comunal reconocido, quien sirvió como puente intercultural para presentar el propósito de la investigación y facilitar de manera respetuosa el acceso a otros pares en asambleas y reuniones de colectivos comunales, deteniendo el proceso al completar el perfil muestral requerido.

Para el componente cuantitativo, se aplicó la técnica de revisión documental de bases de datos secundarias de acceso público. El instrumento fue una ficha de datos en soporte digital, orientada a recopilar de manera fidedigna la información registrada en el Repositorio Único Nacional de Información en Salud (REUNIS) del Ministerio de Salud del Perú. Se tomó como variable única la prevalencia de anemia en mujeres gestantes evaluadas en la región Puno, delimitando el marco temporal entre los años 2021 y 2025.

Para el componente cualitativo, se utilizó la técnica de la entrevista en profundidad, la cual se materializó mediante una guía de entrevista semiestructurada. El diálogo con las autoridades se estructuró de manera flexible a partir de cinco ejes temáticos fundamentales:

1. Percepciones locales sobre la anemia en el embarazo y su nivel de gravedad.
2. Experiencias y dificultades logísticas en el acceso físico a los establecimientos de salud formal.
3. Uso, vigencia y valoración de los remedios caseros y la medicina tradicional andina.
4. Evaluación crítica de la presencia institucional del Estado y las campañas de educación sanitaria.
5. Cambios y continuidades percibidas en las prácticas de salud materna dentro de la comunidad.

El trabajo de campo se ejecutó en dos fases complementarias durante el periodo del estudio. La primera fase consistió en la descarga de datos oficiales del REUNIS, procediendo a su depuración y ordenamiento anual para la región Puno. La segunda fase comprendió el acercamiento comunitario para las entrevistas en profundidad. Los encuentros con las autoridades comunales se llevaron a cabo cara a cara, aprovechando los espacios de descanso posteriores a sus reuniones y asambleas comunales

ordinarias. Para garantizar la comodidad de los participantes y el flujo natural del discurso, las entrevistas se desarrollaron de manera bilingüe (español, quechua o aimara según la preferencia del hablante), respetando rigurosamente los tiempos comunitarios y el protocolo social de cortesía andina.

Para el análisis cuantitativo, los datos estadísticos obtenidos del REUNIS se organizaron en hoja de cálculo electrónica para su posterior procesamiento mediante estadística descriptiva. Se calcularon frecuencias absolutas (número de gestantes evaluadas y número de casos de anemia identificados) y frecuencias relativas (porcentajes de prevalencia por año), lo que permitió trazar la línea de tendencia de la enfermedad a lo largo del quinquenio 2021–2025 y establecer la comparación macro con el promedio nacional peruano situado en 26.14%.

Para el análisis cualitativo, las narrativas recolectadas fueron grabadas en audio y transcritas de forma literal para asegurar la fidelidad del discurso. El procesamiento se realizó mediante un análisis temático inductivo, estructurado en tres fases de codificación:

1. Codificación abierta: Se realizó la lectura de los textos para identificar unidades de significado y asignar etiquetas o códigos preliminares directamente de las palabras de las autoridades.
2. Codificación axial: Los códigos iniciales fueron comparados entre sí para establecer conexiones lógicas, agrupándolos por afinidad en subcategorías conceptuales que reflejaran los problemas vividos.
3. Codificación selectiva: Las subcategorías se integraron alrededor de tres grandes dimensiones de análisis (obstáculos territoriales, socioculturales e institucionales), vinculándolas de manera directa con el objetivo general del estudio.

En relación a la saturación teórica, el tamaño de la muestra cualitativa no se determinó de manera estadística previa, sino mediante el principio metodológico de saturación teórica. Este criterio se alcanzó plenamente entre la octava y novena entrevista, momento en el cual la incorporación de nuevos testimonios de las autoridades comunales dejó de aportar información novedosa a las dimensiones de análisis. Las narrativas comenzaron a volverse repetitivas y redundantes en torno a los mismos patrones explicativos de abandono estatal y barreras geográficas, confirmando la suficiencia de la información para los fines interpretativos de la investigación.

La validez y consistencia interna del estudio se fundamentó en una estrategia de triangulación metodológica de datos y perspectivas. El proceso de integración buscó establecer un diálogo reflexivo entre los datos y la narrativa de las autoridades. Se contrastaron la evolución de datos de prevalencia mostrados por el REUNIS (evidencia cuantitativa) con las razones socioculturales e institucionales expresadas en las narrativas de las autoridades comunales (evidencia cualitativa). Este contraste permitió interpretar las contradicciones de las cifras oficiales, descubriendo que una baja en los porcentajes de anemia registrados no siempre equivale a una mejora real en el acceso, enriqueciendo sustancialmente los hallazgos del estudio.

Sobre la cuestión ética, la investigación se rigió bajo estándares éticos para las ciencias sociales y los lineamientos de respeto a pueblos originarios. Se obtuvo el consentimiento informado de manera verbal

de cada una de las autoridades comunales previo al inicio de los diálogos, respetando la tradición de acuerdos orales propia de estos contextos y garantizando el anonimato absoluto mediante el uso de códigos alfanuméricos. La interacción entre el equipo investigador y la comunidad se basó en un diálogo horizontal y respetuoso, evitando cualquier tipo de asimetría cultural. Los investigadores se abstuvieron de juzgar o intervenir en las prácticas tradicionales de la comunidad, reconociendo el valor intrínseco de los saberes quechuas y aimaras respecto a la maternidad.

En relación a las limitaciones del estudio, de acuerdo con las exigencias del rigor científico, se reconoce explícitamente como la principal limitación del estudio el hecho de no haber entrevistado de forma directa a las mujeres gestantes, al personal asistencial de los establecimientos de salud de la zona. Al centrar el componente cualitativo únicamente en las autoridades comunales (Tenientes y Tenientinas), los hallazgos representan una aproximación de carácter indirecto y social al fenómeno de la anemia materna. No obstante, esta limitación se ve atenuada dado que estas autoridades operan como los portavoces legítimos de las realidades de sus sectores y poseen una visión panorámica y fidedigna de las dinámicas de sus comunidades.

Resultado

Resultados cuantitativos (REUNIS 2021–2025)

El análisis de los datos agregados provenientes del Repositorio Único Nacional de Información en Salud (REUNIS) (tabla 2) permite describir el comportamiento epidemiológico y la evolución temporal de la prevalencia de anemia en mujeres gestantes dentro de la región Puno durante el periodo analizado.

Tabla 2

Evolución de la prevalencia de anemia en gestantes Región Puno (2021–2025)

Año	Gestantes evaluadas	Gestantes con anemia	Porcentaje
2021	13829	4190	30.30%
2022	13653	4573	33.50%
2023	8457	2368	28.00%
2024	10610	2249	21.20%
2025	11613	2590	22.30%

Fuente: *Repositorio Único Nacional de Información en Salud, REUNIS.*

Los datos estadísticos evidencian un comportamiento diferenciado a lo largo del periodo. Se observa una tendencia inicial de incremento progresivo entre los años 2021 y 2022, alcanzando su punto más crítico en este último año con un 33.5% de prevalencia. Posteriormente, se registra un descenso paulatino en los años 2023 (28.0%) y 2024 (21.20%). Desde una perspectiva estrictamente descriptiva, estas variaciones numéricas muestran una aparente mejora en los indicadores de salud materna; sin

embargo, no son suficientes para sostener una reducción de carácter estructural del problema. La fluctuación de las cifras oficiales requiere ser contrastada y analizada a la luz de los contextos socioculturales y las condiciones territoriales específicas en las que se desenvuelve la vida de las gestantes altoandinas.

Resultados cualitativos: barreras socioculturales y territoriales

Para profundizar en las dimensiones que la estadística oficial no logra capturar, el análisis de las entrevistas en profundidad aplicadas a las autoridades comunales (Tenientes y Tenientinas) quechuas y aimaras permitió estructurar una matriz de categorías emergentes.

Tabla 3

Matriz de categorías cualitativas sobre la persistencia de la anemia gestacional

Categoría	Subcategoría	Evidencia Textual Breve	Interpretación del Hallazgo	Relación con el Objetivo
Barreras socioculturales	Percepción local de la gravedad y uso de recursos tradicionales.	"Sabemos que la anemia es falta de sangre, pero con cuidado, abrigo y la alimentación de la zona la enfermedad pasa sola; no hay que preocuparse." (E2, Teniente Aimara)	La anemia es entendida como una alteración leve y pasajera, priorizándose el autocuidado y los remedios locales sobre la atención biomédica.	Explica cómo las concepciones culturales influyen en la postergación de la consulta prenatal formal.
Barreras territoriales	Dispersión geográfica y limitaciones de movilidad.	"La posta médica está muy lejos. El carro pasa una vez al día y cobra caro; por eso es mejor quedarse en casa a esperar el parto." (E4, Tenientina Quechua)	La distancia física y la falta de transporte regular encarecen y dificultan el acceso físico, convirtiendo la geografía en un factor de exclusión.	Evidencia las dificultades de accesibilidad vial que anulan la oferta teórica de los servicios de salud.

Barreras institucionales	Debilitamiento de la promoción comunitaria del Estado.	"Antes venían los promotores de salud a las casas a enseñar y dar charlas. Ahora el Estado ya no los manda, nos han dejado solos." (E9, Teniente Quechua)	El retiro o inactividad de los agentes comunitarios rurales ha cortado el puente informativo y educativo entre el MINSA y la base social.	Demuestra el impacto del repliegue de las estrategias preventivas del Estado en las zonas rurales.

Análisis descriptivo-interpretativo de las categorías emergentes

Sobre las barreras socioculturales, las narrativas recolectadas ponen de manifiesto la vigencia de sistemas de conocimiento ancestrales sólidamente estructurados en torno a la maternidad. En el espacio comunitario del altiplano, la anemia es percibida frecuentemente como un desequilibrio corporal menor ("falta de sangre") que no representa una amenaza crítica para la vida de la madre o del niño. Existe la creencia arraigada de que esta condición puede ser revertida eficazmente mediante el uso de plantas locales, infusiones tradicionales y la combinación de alimentos de la zona, prescindiendo del tratamiento farmacológico (como el sulfato ferroso) provisto por los establecimientos de salud. Este comportamiento que, equivocadamente, se interpreta como una oposición irracional al sistema médico formal, grafica la coexistencia legítima de racionalidades médicas, donde el saber andino opera como el primer filtro de atención sanitaria.

Respecto a las barreras territoriales, la configuración topográfica del altiplano puneño ejerce una presión restrictiva sobre el acceso de las gestantes a los controles institucionales. Las autoridades entrevistadas enfatizan que la distancia kilométrica entre las viviendas rurales dispersas y el establecimiento de salud más cercano es el obstáculo más recurrente. Esta situación se agrava de forma crítica por las deficiencias del transporte público en la zona: los vehículos tienen rutas escasas, frecuencias limitadas a un solo horario diario y tarifas que resultan prohibitivas para la economía familiar de subsistencia. En consecuencia, la decisión de asistir a un control prenatal o cumplir con el tamizaje de anemia no depende únicamente de la voluntad de la gestante, sino de una compleja negociación con factores logísticos y económicos externos.

Sobre las barreras institucionales, los testimonios de los líderes comunitarios coinciden en señalar un progresivo debilitamiento de la presencia educativa e institucional del sector salud en las zonas rurales periféricas. Se resalta con especial preocupación la falta de continuidad del modelo de promotores voluntarios de salud, quienes históricamente cumplían el rol de vigilar, educar y sensibilizar a las familias en sus propios idiomas maternos (quechua y aimara). La ausencia de estas figuras de confianza y la falta de campañas de comunicación con pertinencia cultural han generado un vacío informativo profundo dentro de las comunidades. Esto refuerza la desinformación local sobre los riesgos reales de la anemia en el embarazo y alimenta la desconfianza hacia la atención médica.

Al triangular la evidencia cuantitativa del REUNIS con el análisis cualitativo, se devela una importante contradicción interpretativa. Si bien la reducción estadística del 33.5% al 22.30% sugeriría un avance positivo en el control de la anemia en Puno, las voces de las autoridades comunales revelan que los obstáculos estructurales de fondo (geográficas, económicas, culturales e institucionales) permanecen intactos e inalterados. La aparente disminución en la prevalencia capturada por los registros oficiales puede estar invisibilizando un subregistro de gestantes excluidas del sistema que, debido a la distancia o la desconfianza institucional, deciden llevar sus embarazos y resolver su anemia exclusivamente en el ámbito doméstico. Esto demuestra que la anemia gestacional en el altiplano es un fenómeno multidimensional que debe ser evaluado mediante la comprensión profunda de las realidades territoriales.

La presencia y persistencia de la anemia en gestantes de la región altiplánica de Puno responde a una compleja y arraigada conjunción de desigualdades sociales, culturales, económicas y territoriales que continúan condicionando negativamente la salud materna en las zonas más postergadas del ámbito rural. Esta condición se mantiene como uno de los problemas sanitarios más recurrentes y frecuentes de la región altoandina, constituyendo un desafío estructural muchas veces abordado a través de programas verticales, pero nunca resuelto de manera definitiva por parte de los operadores de la salud materno-infantil en el contexto peruano (Carrión, 2024).

Los resultados de este estudio demuestran que, si bien los datos estadísticos agregados del REUNIS (organismo oficial del Estado) evidencian una disminución progresiva de la prevalencia de anemia en los últimos años del quinquenio, esta tendencia a la baja debe ser analizada con cautela. Aunque estos números concuerdan con la evolución observada en ciertos centros hospitalarios de la misma región, donde las cifras se mantienen de todas formas en rangos de cuidado y alerta epidemiológica (A. Pérez, 2022), la lectura cualitativa de los datos advierte que dicha fluctuación no necesariamente indica que las causas estructurales y de fondo que generan el problema hayan sido superadas o mitigadas.

Por el contrario, la información obtenida directamente de las autoridades comunales quechuas y aimaras entrevistadas permite advertir la vigencia y arraigo de condicionantes materiales. Entre ellos destacan la excesiva distancia física hacia los establecimientos de salud, los escasos recursos económicos familiares para costear el traslado, la evidente disminución de las actividades de promoción comunitaria por parte del Estado y una renovada confianza en las bondades de la medicina tradicional andina(Canchari et al., 2024) .

Así, esta marcada brecha en el acceso efectivo a la salud se manifiesta claramente en el desigual nivel de información con el que cuentan los diferentes sectores poblacionales, el cual resulta ser significativamente menor y deficiente en las comunidades rurales aisladas en comparación directa con las áreas urbanas del departamento (Barja et al., 2024). Estos hallazgos señalan que la anemia durante el proceso de gestación está fuertemente influenciada por determinantes sociales, demográficos y barreras organizacionales de los servicios de salud, asentándose especialmente en poblaciones rurales en situación de alta vulnerabilidad (Espinola et al., 2021).

Adicionalmente, es preciso considerar que los factores de riesgo biológicos y reproductivos propios de la población local, tales como la edad materna extrema, la multiparidad y los periodos intergenésicos cortos en las gestantes, actúan como determinantes colaterales que coadyuvan y potencian la prevalencia de la anemia en estos entornos de altura (Gonzáles, 2020). Asimismo, la persistente preferencia por las prácticas tradicionales de salud y la baja percepción de riesgo o gravedad frente a la anemia reflejan que las decisiones individuales respecto al cuidado del se configuran dentro de un marco cultural heredado, estructurado y legítimamente compartido por los miembros de la comunidad (Capuñay, 2026; Mendoza et al., 2023; Hernández et al., 2024).

Esta situación se retroalimenta por un nivel de conocimiento deficiente sobre las implicancias de la anemia ferropénica y sus medidas de prevención biomédica entre las propias gestantes, lo que termina limitando tanto la adopción de prácticas alimenticias adecuadas como la adherencia sostenida al consumo de los suplementos de hierro distribuidos por las postas sanitarias (Iñaguazo R. et al., 2025). En ese sentido, la discusión del tema pasa por reconocer que la prevención de la anemia requiere intervenciones sostenidas, horizontales y estrechamente vinculadas a la realidad cotidiana de las gestantes del altiplano peruano, dado que las políticas públicas estándar aplicadas de manera homogénea en la región han resultado insuficientes para lograr disminuciones significativas, sostenibles y equitativas del problema (Rojas et al., 2021).

Analizando las barreras territoriales, los problemas crónicos en la accesibilidad física a los servicios de salud constituyen los aspectos estructurales más críticos identificados en esta investigación. Estos elementos permiten comprender que la anemia en las gestantes puneñas no es el resultado de la negligencia o de decisiones individuales caprichosas, sino de condiciones materiales severas que restringen el acceso oportuno a los servicios sanitarios y al ejercicio pleno del derecho a la salud. En concordancia con lo planteado por Cueva et al. (2024) y Baque et al. (2024), las dificultades relacionadas con la accidentada geografía andina siguen representando uno de los principales obstáculos para el desarrollo de las poblaciones rurales, especialmente cuando la oferta de establecimientos de salud se encuentra centralizada en nodos urbanos sumamente alejados de las parcialidades comunitarias debido a las grandes extensiones territoriales que caracterizan al altiplano.

En este contexto geográfico, trasladarse hacia dichos establecimientos de salud implica para la gestante caminar grandes distancias a pie por senderos difíciles o, en su defecto, depender de un sistema de transporte público que es escaso, irregular y costoso en amplias zonas de Puno. La topografía hostil no representa únicamente un desafío físico y de resistencia corporal, sino también una barrera económica preocupante, ya que la gran mayoría de las familias campesinas no cuentan con los recursos excedentes para cubrir los costos de pasajes, alimentación durante el viaje o los gastos imprevistos asociados a una visita médica institucional.

De este modo, la atención prenatal, aunque formal y teóricamente gratuita según las normativas vigentes del Estado, en la práctica real y cotidiana se torna inaccesible para las gestantes que habitan en asentamientos dispersos, lo cual se agrava críticamente por sus bajos ingresos económicos de subsistencia (Espinola et al., 2021). Este problema de exclusión sistémica se pone de manifiesto incluso en los procedimientos técnicos de control a cargo de las instituciones del primer nivel de atención, dado que el tamizaje oportuno y el descarte de anemia resultan ser sustancialmente menos frecuentes en las zonas rurales apartadas en comparación con las zonas urbanas, constituyendo un obstáculo institucionalizado para la detección temprana de la enfermedad (Barja et al., 2024).

Esta realidad evidencia que la anemia gestacional es el reflejo de una precariedad social y estructural mucho más amplia. Tal como señalan Huarachi et al. (2025), el grado de instrucción alcanzado por los adultos del hogar y la situación socioeconómica familiar se asocian de manera estadísticamente significativa con el estado nutricional de sus miembros. Esto confirma que la salud de la madre está

íntimamente vinculada y supeditada a las oportunidades educativas formales, los ingresos económicos estables y las condiciones generales de habitabilidad de la vivienda. Frecuentemente, estas limitaciones de escolaridad y las carencias socioeconómicas crónicas se traducen en un escaso nivel de conocimiento conceptual sobre los riesgos de la anemia, perpetuando prácticas de preparación de alimentos poco adecuadas y elevando la vulnerabilidad biológica intrínseca de la gestante (Iñaguazo R. et al., 2025).

A todo este entramado se suma el hecho de que, aun cuando existen programas sociales y alimentarios orientados explícitamente a mejorar la nutrición y el cuidado materno-infantil, su eficacia real en las comunidades altoandinas aisladas continúa viéndose fuertemente mermada por severas dificultades presupuestales, fallas logísticas de distribución y una precaria infraestructura local (J. Pérez et al., 2024). Esto no hace más que reforzar la aseveración de que las políticas públicas y los planes de intervención sectoriales vigentes en el país no han sido suficientes ni pertinentes para generar un impacto significativo y transformador en la reducción de la anemia dentro de estos grupos originarios específicos (Rojas et al., 2021).

En este escenario de vulnerabilidad, el evidente abandono y repliegue estatal en materia de salud que experimentan muchas comunidades quechuas y aimaras convierte una necesidad biológica y preventiva básica en una carga familiar difícil de sobrellevar, retrasando de forma sistemática los controles prenatales, los diagnósticos tempranos y los tratamientos farmacológicos oportunos de la anemia. Esta situación de desatención se agrava aún más cuando se superpone a factores de riesgo reproductivos de la región, tales como la alta paridad acumulada, el embarazo en edades extremas y el corto intervalo entre partos, elementos que actúan como determinantes biológicos de peso que golpean a una estructura de atención comunitaria ya de por sí debilitada por la escasez crónica de recursos humanos y materiales (Gonzáles, 2020; Palacio et al., 2024).

Finalmente, en lo que respecta al factor cultural y los lazos de confianza comunal, este estudio ha permitido poner en evidencia que la matriz cultural andina juega un rol primordial y determinante en la manera en que las comunidades rurales del altiplano significan, previenen y enfrentan la anemia durante la etapa de gestación. Este fuerte apego a las tradiciones culturales se encuentra estrechamente vinculado al nivel de conocimiento formal que poseen las gestantes, el cual muchas veces resulta bajo o insuficiente respecto a las pautas de prevención biomédica y las prácticas óptimas de complementación alimentaria.

Por consiguiente, la preferencia local por el uso de la medicina tradicional no debe ser reducida bajo ningún concepto a un simple acto de rechazo voluntario, ignorancia o terquedad frente a la ciencia médica formal ya que representa, en cambio, la activación de una larga historia comunitaria donde los saberes ancestrales, los curanderos locales, las parteras tradicionales y los recursos botánicos naturales de la zona han constituido los únicos recursos disponibles, cercanos, económicamente viables y culturalmente aceptados durante generaciones.

En tal dirección, Mendoza et al. (2023) señalan con acierto que estas prácticas de sanación se encuentran profundamente arraigadas en la cosmovisión local y suelen ser percibidas por la población rural como opciones mucho más naturales, familiares, respetuosas y confiables. Esta sólida confianza

comunitaria responde directamente a sus experiencias históricas previas, a la calidez y cercanía del apoyo humano requerido durante el embarazo y a la invaluable sensación de seguridad identitaria que experimentan las mujeres al ser atendidas dentro de su propio entorno cultural y lingüístico.

Conclusiones

A partir del análisis integrado y de la triangulación metodológica de los datos cuantitativos descriptivos provenientes del REUNIS y de la riqueza informativa cualitativa obtenida mediante las entrevistas en profundidad a las autoridades comunales quechuas y aimaras, se establecen las siguientes conclusiones:

La anemia en mujeres gestantes del altiplano peruano se configura como una problemática de salud pública de carácter multidimensional. En ella interactúan, se yuxtaponen y se retroalimentan factores de índole territorial, sociocultural e institucional. Por consiguiente, la persistencia histórica de esta condición en la región Puno no puede ni debe ser explicada de manera reduccionista a partir de una sola dimensión biológica o nutricional; es, en realidad, el resultado directo de la articulación de diversos determinantes estructurales que condicionan la vida de las mujeres andinas.

Las particulares condiciones geográficas y topográficas que caracterizan al altiplano puneño; definidas por una marcada dispersión poblacional, el aislamiento de las parcialidades y una limitada accesibilidad vial formal; continúan representando un factor crítico y excluyente para el acceso oportuno a los servicios de salud materna, condiciones del entorno que se entrelazan con severas limitaciones económicas familiares que encarecen el transporte, afectando de manera directa la continuidad, la regularidad y la oportunidad del control prenatal y del tamizaje biológico.

Las prácticas culturales arraigadas y los sistemas de conocimiento tradicional poseen una influencia significativa en la forma en que las gestantes y sus entornos comunitarios interpretan, significan y gestionan la anemia durante el embarazo. La coexistencia activa entre la medicina tradicional andina y la medicina formal formaliza un escenario donde las decisiones de autocuidado se basan en la confianza cultural, la calidez humana y la experiencia comunitaria compartida por generaciones.

El repliegue y la paulatina reducción de las estrategias estatales de educación sanitaria continua, sumados a la limitada presencia o inactividad de los agentes comunitarios de salud voluntarios en las zonas rurales periféricas, han generado un profundo vacío informativo dentro de las comunidades. Esta situación debilita las capacidades de prevención local e impacta negativamente en el conocimiento conceptual que posee la población sobre la gravedad, el diagnóstico oportuno y el tratamiento farmacológico de la anemia ferropénica.

Se concluye de forma categórica que las intervenciones y políticas públicas orientadas a la salud materna en el altiplano requieren un giro urgente hacia un enfoque intercultural real y efectivo. Este modelo debe ser capaz de integrar con respeto los saberes locales y botánicos con las estrategias clínicas del sistema formal de salud, fortaleciendo la articulación con las autoridades comunales tradicionales (Tenientes y Tenientinas), quienes se erigen como los actores y portavoces clave para devolver la legitimidad y la confianza a la promoción de la salud materna en las comunidades rurales.

Referencias

Angeles Oblitas, M. Y., Ortiz Montalvo, Y. J., Ortiz Romaní, K. J., & León Fernández, M. S. (2023). Prevalence of iron deficiency anemia and associated factors in Peruvian pregnant women. *Index de Enfermería, 32*(4).

Azañedo, I., & Paz, J. (2024). Anemia en gestantes adolescentes como factor de riesgo de bajo peso en neonatos. *Revista Peruana de Investigación Materno Perinatal, 13*(2), 10–15.

Baque, J., Loor, J., Gordillo, E., & Gallegos, J. (2024). Anemia por déficit de hierro asociada a la mala alimentación en niños de Latinoamérica. *Polo del Conocimiento*.

Barba, F., & Cabanillas, J. (2007). Factores asociados a la anemia durante el embarazo en un grupo de gestantes mexicanas. *Archivos de Medicina Familiar*.

Barja, J., Guillén, B., & Rodríguez, N. (2024). Diagnóstico y manejo de la anemia en el embarazo: estudio comparativo en mujeres de zonas urbanas y rurales. *Revista de Obstetricia y Ginecología de Venezuela, 84*(2), 109–114.

Bensa, M., Sulca, K., & Vega, S. (2025). Factores de riesgo asociados a anemia ferropénica en gestantes. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 9*(4), 6369–6393.

Blas, E., & Criollo, J. (2023). Nivel de conocimientos en la prevención de anemia en adolescentes. *Revista Eugenio Espejo, 17*(2), 57–66.

Callohuanca, E., Sucari, W., Choque, J., Rocha, N., Pineda, H., Málaga, F., & Chura, W. (2022). Cultura alimentaria y anemia en el altiplano del Perú. *Gestionar: Revista de Empresa y Gobierno, 2*(4), 96–120.

Canchari, M., Juñuruco, M., Larrea, C., & Alvarado, D. (2024). Nostoc como suplemento nutricional para combatir la anemia. *Llamkasun, 5*(1), 2–14.

Capuñay, W. (2026). Conocimiento materno y prácticas preventivas de anemia ferropénica. *Revista Salud Amazónica y Bienestar, 5*(1), 1–9.

Carrión, G. (2024). Factores asociados a la anemia ferropénica en gestantes.

Cueva, M., Reyna, S., & Villanueva, M. (2024). Factores asociados a anemia en gestantes en hospitales de Puno. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria, 44*(2).

Espinola, M., Silva, V., & Ormeño, A. (2021). Factores sociales y demográficos asociados a la anemia en mujeres embarazadas en Perú. *Revista Chilena de Ginecología*.

Gonzáles, Y. (2020). Factores de riesgo asociados a anemia gestacional. Universidad César Vallejo.

Hernández, A., et al. (2024). Prevalencia de anemia en mujeres peruanas según criterios OMS. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, 41*(3).

Huarachi, J., et al. (2025). Determinantes sociales de la anemia en niños. *Revista Vive, 8*(24).

Iñaguazo, R., et al. (2025). Conocimiento sobre anemia en gestantes. *Ciencia Latina, 9*(2).

López, F., et al. (2021). Factores asociados a anemia en postcesareadas. *Anales de la Facultad de Medicina, 82*(4).

Mendoza, J., et al. (2023). Anemia en puérperas andinas peruanas. *Ginecología y Obstetricia de México, 91*(5).

Ministerio de Salud. (2021). Plataforma de información de la Dirección de prevención y control de tuberculosis (SIGTB). Ministerio de Salud del Perú. Minsa.gob.pe

Mondalgo, L. (2019). Factores de riesgo asociados a anemia en gestantes.

Muñoz, G. (2023). Factores asociados a anemia en gestantes.

Ortiz, K., et al. (2021). Modelo multicausal de anemia en niños. *Enfermería Global, 20*(4).

Pacheco, M. (2022). Factores de riesgo asociados a anemia en gestantes.

Palacio, M., et al. (2024). Alimentación en estudiantes adolescentes. *Llamkasun, 5*(2).

Pérez, A. (2022). Prevalencia de anemia en embarazadas. *Salud Militar, 41*(2).

Pérez, J., et al. (2024). Impacto del programa CUNAMAS. *Prospectiva Universitaria, 5*(2).

Plaza, L., et al. (2024). Anemia como factor pronóstico en insuficiencia cardiaca. *MQRInvestigar, 8*(1).

Rojas, L., et al. (2021). Políticas públicas para reducción de anemia. *Revista Iberoamericana de Educación*.

Soto, J. (2020). Factores asociados a anemia en gestantes. *Revista Peruana de Investigación Materno Perinatal, 9*(2).

Taipe, J., et al. (2026). Prácticas preventivas de anemia ferropénica. *Revista Vive, 9*(25).

CAPÍTULO 6

Educación preventiva de drogas desde farmacias comunitarias

Universidad de Costa Rica

Costa Rica

Luis Guillermo Jiménez Herrera: Doctor en Ciencias de la Salud, docente, Universidad de Costa Rica.

Correspondencia: luis.jimenezherrera@ucr.ac.cr

Resumen

El fenómeno social de las drogas afecta a personas en diversos contextos, de ahí que la educación preventiva es vital en atención primaria y se puede brindar en las farmacias comunitarias. Este trabajo describe el pensar de estudiantes de la Universidad de Costa Rica respecto a acciones a realizar en farmacias comunitarias y desde su disciplina. Se utilizó el marco del curso virtual de Seminario de Realidad Nacional mediante foros entre 2020 y 2026. Este es un trabajo descriptivo de enfoque mixto, con análisis cuantitativo de frecuencias sociodemográficas y análisis cualitativo temático de respuestas para la identificación de las categorías principales que fueron ejemplificadas. Participaron 994 estudiantes (665/66,9% mujeres; 329/33,1 hombres), en especial de ciencias sociales (439/44,2%), salud (222/23,0%) e ingenierías (176/17,7%); destacan las carreras de Ingenierías, Psicología, Enfermería, Derecho, Educación, Lenguas, Farmacia, Computación y Medicina. Las personas estudiantes piensan en acciones individuales y colectivas bajo un modelo educativo preventivo con recursos, procesos, servicios y medios de apoyo; las acciones son concordantes con lo que estudiantes pueden realizar desde la disciplina a excepción de los procesos. La educación preventiva en farmacias comunitarias requiere acciones de un trabajo inter-multi-, y transdisciplinario para maximizar los esfuerzos comunes desde un espacio cercano a las personas al considerar cada escenario mediante la implementación de diversas actividades.

Palabras clave: educación, prevención, farmacias, comunidad, drogas.

Abstract

The social phenomenon of drugs affects people in diverse contexts; therefore, preventive education is vital in primary care and can take place in community pharmacies. This study describes the perspectives of University of Costa Rica students regarding actions to be taken in community pharmacies from their respective disciplines. The study utilized the framework of the online course "Seminar on National Reality" through online forums held between 2020 and 2026. This is a descriptive study with a mixed approach, using quantitative analysis of sociodemographic frequencies and qualitative thematic analysis of responses to identify the main categories that were exemplified. A total of 994 students participated (665/69,9 % women; 329/33,1% men), primarily from the social sciences (439/44,22%), health sciences (222/23,0%), and engineering (176/17,7%). The most represented majors were Engineering, Psychology, Nursing, Law, Education, Languages, Pharmacy, Computing and Medicine. Students consider individual

and collective actions within a preventative educational model that includes resources, processes, services, and support; these actions align with what students can accomplish within their discipline, except for the processes. Preventive education in community pharmacies requires inter-, multi- and transdisciplinary collaboration to maximize collective efforts from a location close at people considering the scenario through the implementation of various activities.

Keywords: education, prevention, pharmacies, community.

Introducción

El fenómeno social de las drogas representa un desafío para todas las sociedades en el mundo, ya que el abuso y dependencia a sustancias es una problemática social de salud pública de larga data, sin que a la fecha se vislumbre una solución aparente, en especial para algunos grupos poblaciones que tienen mayores vulnerabilidades (Hsiung y et al., 2022; Ali y et al., 2025; Liu y et al., 2026; Ochterbeck, 2026).

A lo largo de la historia se han implementado diversas formas de prevención que consideran aspectos neurobiológicos - psicosociales (Ochterbeck, 2026) que combinan estrategias, enfoques y teorías en los diversos entornos para potenciar los factores protectores y disminuir los factores de riesgo (Hsiung et al., 2022; González y Vicente, 2023; Rhames, Eckert, Sterrett, y Morgan, 2026; Elnaiem, Guzman, y Antoine, 2026; Ganaie, Wani y Shafi, 2026).

Así se destacan las acciones en las farmacias comunitarias (Suwannaprom y et al., 2020), las cuales son centros de atención primaria a la salud accesibles y de atención directa (Milošević, Obradović y Krajnović, 2023; Almanasef, 2023; Idris y Ahmad, 2024), donde se ofrecen diversos servicios profesionales y actividades para mejorar el bienestar de las personas.

Dentro del quehacer de las farmacias comunitarias, se realizan acciones para prevenir enfermedades o atender diversos problemas de salud (Bouchaud, Bluze, Dussart, Massoubre y Boulliat, 2022; Bacci y et al., 2025; Rochmah y Winata, 2025; Strand, 2025); por lo que también se realizan estrategias que abordan y atienden aspectos sobre el fenómeno social de las drogas (Rao, Giannetti, Kamal, Covvey y Tomko, 2021; González y Vicente, 2023).

El fenómeno social de las drogas es altamente complejo y multicausal que considera aspectos de diversas fuentes (culturales, sociales, económicos, culturales); por lo que demanda la existencia de un trabajo articulado entre los distintos actores sociales bajo la triada sustancias-personas-contextos (Piedra, Zaidi, López, Giné, y de la Vega, 2025), con un enfoque inter, multi y transdiciplinar que busca maximizar las oportunidades de éxito de las acciones que se planifican, ejecutan y evalúan de manera adecuada (Debnath, Devi, y Dewsaw, 2023; Burdman, 2025; Liu y et al., 2026).

Desde el conjunto de las diversas disciplinas, se puede contribuir a generar mecanismos variados, particulares y adecuados en la atención de las distintas situaciones problemáticas que se relacionan con la prevención, el consumo, el abuso, la dependencia y rehabilitación a las distintas sustancias adictivas en sus diversas etapas; en que cada disciplina puede ser un eslabón de aporte a la implementación de posibles soluciones (Piedra y et al, 2025).

Ese abordaje del fenómeno social de drogas desde cada disciplina tiene una naturaleza y un rol trascendental con aspectos coincidentes o diferentes; así resulta necesario considerar el pensar de estudiantes universitarios para visualizar estrategias preventivas y educacionales que permitan un abordaje temprano, servicios que atiendan la salud mental y programas que consideren la competencia cultural (Gougeon, Laventure, Goyette y Bertrand, 2024; Okojie y Johan 2025; Ali y et al., 2025; Alshehri y et al., 2025) en la Universidad de Costa Rica (UCR).

Las personas estudiantes se capacitan sobre el fenómeno social de las drogas en un proceso que ayuda a la prevención mediante estrategias durante el proceso de formación (Moragrega, Cabedo, Goya, Máñez y Giner, 2020) y que puede ser de utilidad para el posterior ejercicio profesional respecto al abordaje de esta problemática social desde una manera inter y multidisciplinaria (Piedra y et al., 2025; Alshehri y et al., 2025).

Dado la relevancia de este tema, resulta transcendental describir el pensar estudiantil de la UCR, respecto a acciones que se pueden realizar en las farmacias comunitarias y desde su disciplina como una forma de contribuir a mitigar el impacto del fenómeno social de las drogas en las personas.

Método

Este es un trabajo descriptivo de enfoque mixto, consideró el análisis cuantitativo de frecuencias sociodemográficas y el análisis cualitativo temático de respuestas desde foros virtuales (Rigby y Lacovides, 2026).

Se realizó en el marco del curso virtual de Seminario de Realidad Nacional Salud Comunitaria de la UCR, el cual normalmente corresponde a los primeros años de carrera de la persona estudiante y que se ofreció en primer y segundo ciclo lectivo entre el 2020 al 2026 mediante la utilización de los espacios de foro de la plataforma Moodle.

En cada ciclo lectivo, en el espacio de foros se señalaron las siguientes dos preguntas:

¿Qué acciones se pueden realizar en la farmacia comunitaria que se relacionan con el fenómeno social de las drogas?

¿Qué acciones propone puede realizar usted desde su disciplina para colaborar en la farmacia comunitaria para la atención de situaciones relacionadas con el fenómeno drogas?

La opinión de las personas estudiantes fue en libertad, bajo confidencialidad y en concordancia con la normativa institucional al inicio de cada ciclo lectivo, se conocieron las actividades del programa del curso, las normas y regulaciones, así se enteraron de que los productos podían ser utilizados con fines académicos.

Todos los textos se transcribieron literalmente desde el espacio virtual a un documento de Word y se anonimizaron; se registró la disciplina, el sexo, el ciclo lectivo y el año.

Se realizó el análisis temático en cada ciclo lectivo por ser un método útil y práctico que permite la identificación, análisis e interpretación de patrones de significado o temas dentro de un conjunto de datos (Ahmed et al. 2025).

El análisis temático se realizó bajo un enfoque deductivo a partir de las preguntas establecidas al considerar el siguiente proceso:

a) Familiarización con los datos: lectura de los textos hasta una adecuada comprensión.

b) Codificación: se marcaron las partes importantes del texto con etiquetas cortas hasta alcanzar la saturación, en cada ciclo lectivo esta etapa se realizó de igual manera.

c) Búsqueda de temas: se juntaron las etiquetas cortas con otras similares para encontrar un tema amplio en común mediante la comparación constante con la intención de evitar la repetición y hasta alcanzar la saturación, esta etapa se repitió en cada ciclo lectivo.

d) Revisión y definición: se comprobó que los temas reflejaran la realidad de los textos y se asignaron nombres a las categorías y subcategorías, esta etapa se realizó con los datos de cada ciclo lectivo para evitar repetición e identificar nuevas categorías hasta que se alcanzó la saturación pertinente.

Para cada categoría y subcategoría se utilizaron ejemplos seleccionados al azar mediante citas textuales en que se señaló el sexo y la disciplina.

Marco conceptual

El tema del fenómeno social de las drogas tiene importancia relevante en los planes de estudios de las carreras, aunque no es una materia de carácter obligatorio; pues les permite adquirir conocimientos, desarrollar habilidades, destrezas y valores; así se convierten en replicadores en otros escenarios mediante la implementación de acciones de prevención cuando son estudiantes en el ámbito comunitario (Moragrega y et al., 2020) y durante el posterior ejercicio profesional.

El escenario académico hace que las personas estudiantes no estén exentas de situaciones problemáticas a sustancias adictivas y la vida estudiantil puede propiciar un uso inadecuado de algunas de ellas, por lo que genera es de vital importancia indagar sobre el pensar estudiantil respecto a conocimientos, habilidades y destrezas de medidas preventivas (Sampaio, Lima, de Souza y de Melo, 2024).

Las personas estudiantes se exponen a factores de riesgo (presión de grupo, uso de tecnologías, redes sociales, aspectos externos e internos) que pueden contribuir al uso inadecuado de sustancias adictivas a pesar de las consecuencias posteriores; entre las que se pueden mencionar los problemas psicológicos, desordenes del uso y en la salud (Chie y et al., 2015; Liu y et al, 2026).

Dentro de las percepciones de estudiantes, se engloban acciones que consideran a la farmacia comunitaria como un espacio cercano a las personas, en que concurren, se valoran y contemplan diversos aspectos del contexto que ayudan en la prevención del fenómeno social de las drogas y esto puede tener mayor significado para la comunidad (Scahill, Atif y Babar, 2017); de igual forma, la persona profesional en Farmacia trabaja junto a otros actores sociales en la atención de los asuntos que se relacionan con el fenómeno social de las drogas (Tocai y et al., 2026)

También en las farmacias comunitarias se implementan estrategias, metodologías y procesos que requieren recursos y medios de apoyo para proveer una variedad de servicios con calidad, seguros y

accesibles de acuerdo con el contexto. En ese sentido, las farmacias ofrecen servicios bajo una amplia franja horaria, en otras implementan la digitalización de los servicios, se habilita la entrega de servicios a domicilio y se establecen procedimientos estándares de operación (Almanasef, 2023; Rochmah y Winata, 2025); lo que es coincidente con las competencias que desarrolla e implementa el profesional farmacéutico en el espacio comunitario, tal y como lo sugiere la Federación Internacional de Farmacia (Suwannaprom y et al., 2020).

Profesionales en Farmacia realizan acciones educativas que orientan el uso racional de los medicamentos, la investigación, la supervisión, el control y la regulación de los productos que se dispensan y el seguimiento farmacoterapéutico, entre otras, que ayudan a la gestión del fenómeno social de las drogas. También se ofrecen antídotos contra drogas específicas como son los opioides, el servicio de vacunación y aplicación de inyectables que ayudan en colaboración con el accionar de otras organizaciones, grupos y personas de la comunidad del abordaje adecuado de los temas que se relacionan con ese fenómeno de sustancias adictivas (Royo y Ribas, 2021; Bouchaud y et al., 2022; Navarrete y et al., 2026).

De acuerdo con la Sociedad Americana de Farmacéuticos de Sistemas de Salud, profesionales en Farmacia cumplen un rol relevante de prevención ante los desórdenes que se asocian al uso de diversas sustancias, incluye las que se relacionan con situaciones de adicción que pueden causar daños por el uso de una mayor dosis a las recomendadas, el uso por un tiempo prolongado o por las condiciones particulares de las personas usuarias que demandan el uso (trastornos emocionales y mentales); lo que súplica por esas acciones preventivas educativas (Jorgenson, Tran y Bratber, 2026; Fahrat, 2026).

Esas acciones deben materializarse acorde con el contexto comunitario en que las personas utilizan sustancias con capacidad adictiva, entre las que se ejemplifican los derivados del tabaco mediante cigarrillos convencionales o el uso de dispositivos como los vapeadores, las diversas formas de consumir bebidas alcohólicas, los opioides, las benzodiacepinas, la cocaína, entre otras; pues se ejecutan bajo un marco de valores, patrones culturales, morales creencias y actitudes, asimismo al considerar diversos factores externos o internos a las personas, elementos que son individuales o colectivos y que tienden a modificarse de acuerdo con cada sociedad (Debnath y et al., 2023).

También la farmacia comunitaria es un lugar ideal para el control adecuado del uso de los productos de libre venta que no requieren de una receta médica para ser adquiridos, en la medida en que se identifica un uso inadecuado o un posible abuso que coloca a la persona en una situación de riesgo; también se brinda educación para desmitificar la concepción de que algunos productos son inocuos y por eso se encuentran como de libre venta, tal es el caso del uso recreacional de analgésicos (entre ellos el acetaminofén), el abuso de antihistamínicos para conciliar el sueño y el uso prolongado de antiinflamatorios (Algarni, Jalal, Hadi, y Alghamdi, 2022; Almanasef, 2023; Tocai y et al., 2026)).

Se debe destacar que, entre los analgésicos de igual manera, se tiene la situación particular del uso indebido, del abuso y la dependencia a productos que contienen codeína, la cual tiene capacidad adictiva por lo que debe ser de manejo adecuado y racional (Alanazi, Ansari y Alharby, 2024).

En la farmacia comunitaria, se tienen los medios posibles para prevenir e identificar el abuso y la dependencia a sustancias adictivas; de manera que se establezcan medidas correctivas, se ofrezcan medidas alternativas, se reduzca la dosis cuando sea necesario, se deniegue la venta de productos y se refiera al usuario al profesional en medicina u a otra disciplina según el caso (Alanazi, Ansari y Alharby, 2024); todo esto al considerar que lo más importante es el bienestar de la persona usuaria.

Así como las personas usuarias tienen una percepción particular sobre los servicios que se ofrecen en las farmacias comunitarias que les genera satisfacción y por eso su recurrente visita, esto por la indicación farmacéutica que ayuda a seleccionar productos de libre venta, la atención de problemas menores de salud, recepción de consejos y recomendaciones, seguimiento farmacoterapéutico, información sobre dosis, vías de administración, interacciones, efectos secundarios y prevención de reacciones adversas, entre otras, lo que incluye aspectos que se relacionan con las sustancias adictivas (Bouchaud y et al., 2022; Tocai y et al., 2026).

Las personas gustan de frecuentar la farmacia comunitaria porque en la mayoría no se cobran algunos servicios, como si ocurre con la revisión de la utilización de la medicación en el Reino Unido, los servicios de iniciación de medicación en Dinamarca, los programas de manejo de la terapia medicamentosa en los Estados Unidos y servicios de revisión de la medicación en algunos países de la Unión Europea. Para mejorar la efectividad y eficiencia de esas intervenciones deben ser estandarizadas mediante el uso de protocolos, deben ser documentadas con evidencias que soporten la adherencia terapéutica, la reducción de los problemas relacionados con la medicación y la seguridad de la persona usuaria (Tocai y et al., 2026)

En ese sentido, las personas usuarias valoran en gran medida la calidad de los servicios que reciben, aunque algunas demandan de condiciones adecuadas para la atención en que prevalezca el cuidado, la comunicación, la cooperación, la confianza y el adecuado del proceso de toma de decisiones por consenso (Almanasef, 2023).

Resultados

En la tabla 1 se tiene que 994 (665/66,9 mujeres y 329/33,1 hombres) personas estudiantes participaron. Se alcanzó la participación en las dos preguntas de todas las personas estudiantes en cada ciclo lectivo dada la aprobación del 100%.

El mayor porcentaje de estudiantes se encuentra en los años 2023 al 2026 con 18,1% respectivamente.

En todos los ciclos el número de las mujeres fue mayor al de los hombres.

Tabla 1. Distribución de estudiantes según año, ciclo y sexo. Universidad de Costa Rica.

Año y Ciclo	Mujer	Hombre	Total	Porcentaje
Total	665 (66,9%)	329 (33,1%)	994	100
2020	56	38	94	09,5
2021	56	34	90	09,1
2022	66	24	90	09,1
2023	131	49	180	18,1
2024	136	44	180	18,1
2025	105	75	180	18,1
2026	115	65	180	18,1

En la tabla 2, se observan los resultados al considerar el área disciplinar, con un predominio de las personas estudiantes de ciencias sociales (439/44,2%) y salud (229/23,0%).

Se obtuvo representación de personas estudiantes de todas las áreas disciplinares del conocimiento.

Tabla 2. Distribución de estudiantes por áreas. Universidad de Costa Rica

Área disciplinar	Mujer	Hombre	Total	Porcentaje
Sociales	309	130	439	44,2
Salud	162	67	229	23,0
Ingenierías	91	85	176	17,7
Artes y Letras	93	38	131	13,2
Agronómicas	7	3	10	1,0
Básicas	3	6	9	0,9
Total	665	329	994	100

En la tabla 3, se tienen las 47 disciplinas de las personas estudiantes, la mayor cantidad corresponde a Ingenierías (97/9,8 %), Psicología (63/6,3%) y Enfermería (58/5,8 %), seguido de Derecho (57/ 5,7 %), Educación (56/5,6 %) y Lenguas (54/5,4 %), luego Farmacia (49/4,9 %), Computación (49/4,9 %) y Medicina (39/3,9 %).

En las tablas 4, se muestra el modelo de educación preventiva que surge del análisis temático a partir de los comentarios de estudiantes y el cual considera que en las farmacias comunitarias se tienen cuatro dimensiones: recursos, procesos, servicios y medios de apoyo.

Se describe lo que piensan las personas estudiantes universitarias con relación a acciones individuales y colectivas que se pueden desarrollar en farmacias comunitarias y los aportes que podrían realizar desde las disciplinas.

Tabla 3. Distribución de estudiantes por carrera, 2020-2025. Universidad de Costa Rica

Carrera	Total	Porcentaje	Carrera	Total	Porcentaje
Actuariales					
Administración	8	0,8	Farmacia		
Aduanas	35	3,5	Filosofía	49	4,9
Agronomía	4	0,4	Filología	16	1,6
Antropología	5	0,5	Física	12	1,2
Archivística	6	0,6	Historia	4	0,4
Arquitectura	4	0,4	Imagenología	4	0,4
Artes	30	3,0	Ingenierías	13	1,3
Audiología	28	2,8	Lenguas	97	9,8
Bibliotecología	2	0,2	Geografía	54	5,4
Biología	18	1,8	Geología	8	0,8
Ciencias Políticas	5	0,5	Medicina	2	0,2
Movimiento	11	1,1	Microbiología	39	3,9
humano	3	0,3	Música	24	2,4
Computación	49	4,9	Nutrición	10	1,0
Comunicación	37	3,7	Odontología	17	1,7
Contaduría	18	1,8	Orientación	14	1,4
Criminología	2	0,2	Promoción	4	0,4
Derecho	57	5,7	salud	6	0,6
Dirección	21	2,1	Psicología	63	6,3
empresas	3	0,3	Salud	32	3,2
Diseño gráfico	8	0,8	ambiental	14	1,4
Diseño plástico	21	2,1	Sociología	11	1,1
Economía	56	5,6	Trabajo Social	7	0,7
Educación	58	5,8	Terapia física	5	0,5
Enfermería			Zootecnia		

Tabla 4. Modelo de educación preventiva en farmacias comunitarias basado en cuatro dimensiones: recursos, procesos, servicios y medios de apoyo

Categoría	Subcategoría	Acción propuesta	Interpretación
Recursos	Material educativo Investigación	Folletos, infografías, material digital	La prevención se asocia con divulgación accesible

Ejemplos de respuestas estudiantiles de acciones en la farmacia: mujer (M) hombre (H) *…elaboración de materiales educativos…informen sobre este fenómeno… (M)* *…elaboración y disponibilidad de recursos psicoeducativos que velen por la prevención… (M)* *…distribuir folletos y colocar afiches… (M)* *…podrían hacer investigaciones frecuentes… (M)* *… tener puestos con hojas o papeles informativos gratuitos…(H)* *… ofrecer materiales educativos accesibles, como folletos informativos…(H)* *… ofrecer materiales informativos sobre los peligros del consumo de drogas...(M)* *… ofrecer folletos sencillos…(M)* *…brindar afiches, folletos informativos…(M)* *...facilitar material educativo que oriente a las personas...(H)* Desde la disciplina *…Educación primaria con la elaboración de folletos, carteles y material impreso en escuelas y farmacias… (M)* *…en Estadística…contribuir en las investigaciones…(H)* *… desde Educación…ofrecer brochures informativos …(M)* *…en Educación…crear infografías o imágenes que pueden ser repartidas…(M)* *…desde la Ingeniería tipográfica…hacer un mapeo y estudio de las zonas de riesgo …(H)* *…Computación…inteligencia artificial y análisis de datos…predecir riesgos de recaída…(H)* *…Ciencias actuariales utilizar matemáticas en estudios para cuantificar el problema…(H)* *…Comunicación estudios analicen discursos sociales en torno a las drogas…(M)* *…desde el Diseño se pueden crear posters informativos…(M)* *…Microbiología investigaciones comprender la adicción, pobre microbiota intestinal…(M)* *…Enfermería… evaluaciones se pueden identificar factores de riesgo…(M)* *… salubrista ambiental estudia, analiza y busca soluciones a factores que afectan la salud…(H)* *… Ingeniería de Ciencia de Datos análisis de datos identificar patrones de consumo…(M)* *…Diseño gráfico afiches informativos, gráficos e infografías…(M)* *…Psicología puede aportar desde la investigación y la generación de conocimiento…(M)* *…Estadística realizar investigaciones ligadas a las consecuencias de la drogadicción…(M)*			
	Información y educación	Charlas, talleres, foros comunitarios	La farmacia sensibiliza y capacita sobre el problema

Ejemplos de respuestas estudiantiles de acciones en la farmacia: mujer (M) hombre (H)
…brindando información clara y verificable… (M)
…asesoramiento acerca del consumo de drogas… (M)
…organizar en las comunidades para transmitir el conocimiento … (M)
…comunicar sobre centros de ayuda, rehabilitación y servicios de salud …(M)
…estar en contacto directo con la comunidad…(H)
…brindar charlas…tenga un mejor conocimiento sobre sustancias y problemas asociados… (M)
…educar sobre el uso adecuado de medicamentos…(M)
… organizar charlas y capacitaciones…(H)
… educar a las personas que visitan el local sobre los riesgos…(H)
… educación, prevención y detección oportuna…(M)
...desmitificar las ideas equivocadas sobre las drogas, atender sin prejuicios…(M)
…brindar información clara, veraz y actualizada sobre los riesgos…(M)
…elaborar infografías sobre el uso de estas sustancias…(M)
…organizar talleres donde se expliquen las implicaciones del consumo…(M)
…brindar información clara, veraz y actualizada sobre los riesgos…(M)
…dar talleres a la comunidad de parte de la farmacia sobre el correcto uso de medicamentos…(M)
…realizando talleres sobre las implicaciones del consumo de sustancias adictivas…(M)

Desde la disciplina

…mi carrera es Enfermería…brindando educación…, estrategias de prevención y opciones de tratamiento…en ámbito hospitalario atender urgencias médicas y ofrecer trato humanizado… (M)
…mi carrera es Ingeniería Química… realización de charlas… concientización…(M)
…desde el arte…hacer talleres… desarrollar sus habilidades artísticas y expresarse..., por medio de las obras…crear conciencia …(M)
…área de la bibliotecología…planeación, organización de talleres informativos …(M)
…desde el ámbito de la Educación Primaria brindar a los niños la información…(M)
…desde la educación primaria mediante charlas que brindan información…(M)
…desde Trabajo Social la realización de talleres con enfoque preventivo…(M)
…carrera de comunicación colectiva crear contenido educativo, generar campañas de concienciación, visibilizar historias inspiradoras, producir eventos y charlas…(M)
… profesionales en Promoción de la Salud se dedican a educar a la comunidad sobre los peligros del consumo de drogas y a fomentar hábitos de vida saludables…(M)
… labor de administrador programas informativos incluir charlas, talleres, foros…(H)
…Ingeniería eléctrica, …brindando talleres…(H)
…arte hacer talleres puedan desarrollar sus habilidades artísticas y expresarse…(M)
…Trabajo social talleres con enfoque preventivo, información a grupos poblacionales…(M)
…Arquitectura realizar distintos tipos de talleres, ayudar a reincorporar en la sociedad…(H)
… Enfermería puede brindar charlas educativas…(M)
…Enseñanza musical puede realizar talleres y charlas…(M)
…Filología hacer talleres de lectura o para creación de textos de forma creativa…(M)
…Archivística facilitando información…(M)
… francés educación para hablar del tema con jóvenes y crear espacios de comunicación…(H)
…. profesora de matemáticas construir espacios educativos protectores, accesibles…(M)
…Física divulgar información confiable, educar a la población sobre las técnicas, métodos, regulaciones, y limitaciones que tienen los experimentos científicos...(H)
…Microbiología charlas sobre efectos bioquímicos basada en evidencia científica…(M)
…Desde la música se pueden generar espacios de expresión y convivencia…(M)
…Medicina brindar información…(M)

Procesos	Participación comunitaria y trabajo inter- multidisciplinar	Campañas, programas, proyectos	La farmacia colabora en la búsqueda de solución de problemas

Ejemplos de respuestas estudiantiles de acciones en la farmacia: mujer (M) hombre (H)

…organizar campañas en comunidades para transmitir el conocimiento … (M)
…que las farmacias creen o participen en campañas educativas… (M)
…realizar campañas comunitarias sobre la prevención de las drogas…(H)
…formar parte de eventos en contra del abuso de fármacos o la adicción a las drogas…(M)
…implementar programas en los que la persona en situación vulnerable… (H)
…promover o patrocinar actividades de recreación y espacios seguros…(H)
… aplicar estrategias de reducción de daños…(M)
… realizar campañas antidrogas…(H)
… crear campañas de información: panfletos, videos, charlas, carteles…(M)
… crear campañas de concientización sobre los efectos y consecuencias… (H)
…prevenir el abuso de medicamentos devuelvan los medicamentos no utilizados o vencidos…(M)
… colaborar con clínicas o centros de apoyo y rehabilitación…(M)
… establecer alianzas público-privadas…(H)
…participar en campañas preventivas en centros educativos y comunidades vulnerables…(H)
… crear una red de contactos vinculados a centros de rehabilitación y de ayuda psicológica…(M)
… programas proporcionar jeringas, agujas nuevas y limpias gratuitas o a bajo costo…(M)
… campañas de sensibilización y promoción de estilos de vida saludables…(H)
…ofrecer programas de reducción de daños (dispensación segura) … (M)
…campañas de sensibilización que ayuden a entender la adicción…(M)
... espacio seguro, empático y libre del estigma social de encuentro multidisciplinario…(M)
… coordinación de actividades de promoción de salud y prevención…(M)
…estar en contacto con algunos centros de apoyo…(H)
…programas de concientización que comuniquen de forma realista que ocurre mundo drogas…(H)
…promover acciones sociales pensadas para el bienestar de las personas…(M)
…identificación temprana de patologías y la atención oportuna con profesionales de la salud que optimizan el control de la enfermedad…(H)
…trabajo conjunto con otros entes que atienden la adicción…(M)
…colaborar en el desarrollo de actividades en escuelas y colegios…(M)

Respecto a la disciplina se indican acciones que son propias según la naturaleza particular de cada una, se tienen los siguientes ejemplos: políticas públicas, leyes y regulaciones, medición valores en sangre, planes alimenticios, actividades artísticas, generación de empleos, análisis de datos predecir riesgos recaída, productos alimenticios/ dispositivos que reemplacen adicciones

…Dirección de empresas programas promuevan rehabilitación y reintegración… (M)
…la agronomía… hortoterapia… cultivo y cuidado de plantas … (H)
…Ingeniería Química ayudar en el desarrollo de tratamientos y medicamentos…(H)
…Educación Preescolar formar valores, hábitos saludables, habilidades sociales y emocionales…(M)
…Enfermería programas comunitarios de reducción de daños, proporcionando información...(M)
…Ingeniería civil ayuda en la construcción de centros de rehabilitación …(H)
…Enfermería en colaboración con otros profesionales evitar recaídas…(M)
…Docente de primaria con programas preventivos para las poblaciones vulnerables…(M)
…Arquitectura elaborar el diseño de espacios de rehabilitación según necesidades …(M)
…Ingeniería civil mediante diseño y construcción de espacios para su recuperación …(H)
…Trabajo Social realización de campañas desde un enfoque dirigido a la prevención…(M)
…Enseñanza del inglés enseñar el idioma como herramienta de reinserción social y laboral …(M)
…Ingeniería mecánica diseñar y optimizar sistemas de ventilación …(H)
…Dirección de empresas programas empresariales de responsabilidad social …(H)
…un farmacéutico crear campañas de concientización en conjunto con otras carreras…(H)
… Desde la economía, se pueden proponer programas de educación…(H)
… farmacéutico presenta un gran potencial para crear campañas de concientización…(H)
…Arquitectura colaborar con campañas de prevención realizando afiches e infografías…(H)
…Medicina, apoyo interdisciplinario, trabajando con psicólogos y trabajadores sociales…(M)
…Farmacia aliarse con otras (Educación, Psicología…) hacer mensajes…(H)

	Uso racional de medicamentos	Supervisión, tamizaje, control de recetas	La farmacia se percibe como espacio de control preventivo
Ejemplos de respuestas estudiantiles de acciones en la farmacia: mujer (M) hombre (H) *…se debe presentar una prescripción de un médico… (H)* *…mejor y más clara regulación de medicamentos con tendencias adictivas…controlar uso… (H)* *… de acceso libre y con presencia profesional… (H)* *…evitando la venta sin receta de sustancias que pueden generar adicción… (M)* *… controlando la venta de medicamentos con potencial adictivo…(H)* *…control y notar cuando hay compras excesivas o abusivas de algún medicamento … (M)* *… promover prácticas seguras de almacenamiento y eliminación de medicamentos …(M)* *…implementar espacio de consulta se informe sobre el uso seguro de medicamentos…(H)* *…prevenir el abuso de fármacos sujetos a prescripción (como ansiolíticos u opioides) …(M)* *… control más riguroso en la venta de medicamentos…(M)* *… No venta de medicamentos que funcionan como drogas a menores de edad…(M)* *…Medicina promover el uso responsable de medicamentos…(M)* *…implementar un centro de ayuda contra la farmacodependencia en farmacias concurridas…(H)* *…observación cuidadosa y escucha activa durante la atención al usuario…(M)* *…redirigiendo a centros de rehabilitación y terapias cuando detectan una compra de fármacos alarmante en algún usuario…(H)* *...prestar atención a posibles señales de uso problemático y orientar a la persona a profesionales o instituciones especializadas…(M)* *…previniendo la automedicación y el mal uso de fármacos…(M)* Desde la disciplina *…Computación sistema de sincronización expedientes CCSS, farmacias y centros médicos…(H)* *… Ingeniería tipográfica mapeo y estudio de las zonas de riesgo …(H)* *…Derecho fortalecer y hacer efectiva normativa de venta de fármacos y garantizar que políticas públicas respeten el derecho a la salud y se basen en el principio de igualdad…(M)* *…Química, velar por el adecuado uso de reactivos precursores de drogas…(H)* *…Ingeniería de alimentos, … controlando compuestos adictivos…(M)* *…Microbiología, identificación de sustancias en fluidos biológicos…(M)* *…Computación seguridad informática en identificar grupos de narcotráfico…(H)* *…Microbiología… diagnosticar efectos de drogas, confirmar/determinar una adicción…(M)* *… Ingeniería Civil puede promover u organizar campañas de prevención y concientización…(H)* *…Ingeniería eléctrica proyectos que apliquen temas varios a la salud comunitaria…(H)* *…Ingeniería mecánica diseño de entornos laborales seguros e inclusivos…(H)*			
Servicios	Guía, supervisión y control	Seguimiento de terapias Indicación farmacéutica	La atención farmacéutica promociona la salud y previene, trata y controla la enfermedad

Ejemplos de respuestas estudiantiles de acciones en la farmacia: mujer (M) hombre (H) *…evitar que las personas se automediquen…consumo vigilado y controlado … (M)* *…detección temprana de patrones de consumo problemático …(M)* *…identificar síntomas de tolerancia y abstinencia… (H)…* *…capacitación a empleados reconocer condiciones extrañas o con indicios de adicción… (H)* *…servicios de consejería y medicamentos sustitutivos a las drogas…(M)* *…brindar espacios de asesoramiento con personas especializadas…(M)* *…dar seguimiento a pacientes que tienen compras repetidas sin una justificación válida…(H)* *… participar en la dispensación supervisada de tratamientos…(H)* *… brindar determinados servicios de reducción de daños…(H)* *… prevenir la automedicación y el mal uso de fármacos…(M)* *…facilitar insumos de punción estériles (jeringas y/o agujas…(H)* Desde la disciplina *…Ingeniería eléctrica emplear herramientas accesibles faciliten tratamiento y seguimiento…(M)* *…Psicología terapia cognitivo-conductual para tratar de modificar el comportamiento…(H)* *…Medicina diagnóstico, tratamiento y rehabilitación…(M)* *…Ciencias movimiento humano programas ejercicio físico y actividad recreativa…(H)* *… Estadística analizar programas de rehabilitación, identificar mayor tasa de recuperación…(H)* *…Imagenología realizar estudios diagnósticos, monitorear efectos físicos drogadicción …(H)* *…Psicología acompañamiento clínico identificar factores de riesgo, autocontrol…(M)* *…Trabajo social hacer historias de vida para ayudar en la terapia…(M)* *… Ingeniería de Alimentos crear productos que reemplacen a las adicciones…(H)* *…Zootecnia identificar signos de problemas de adicción, buscar lugares de rehabilitación…(M)* *…Psicología acompañamiento clínico para prevenir una recaída, psicoterapia… (M)* *…Nutrición planes de alimentación que promuevan la desintoxicación y la recuperación…(M)* *…Ingeniería química desarrollo de tratamientos que reducen los síntomas de abstinencia…(H)* *…Ingeniería mecánica desarrollar dispositivos y tecnologías faciliten rehabilitación…(H)* *… Audiología evaluar consumo - audición los medicamentos y drogas ototóxicas…(M)* *… Terapia Física promoción de estilos de vida saludables y la prevención…(M)*		
	Orientación y derivación	Consejería, referencia a especialistas	Se reconoce la farmacia como puerta de entrada al sistema

Ejemplos de respuestas estudiantiles de acciones en la farmacia: mujer (M) hombre (H) *…orientar centros de ayuda, tratamientos especializados o procesos de internamiento… (M)* *…proveer fuentes de ayuda o contactos… (M)* *…referencia hacia otros espacios profesionales e intervenciones interdisciplinarias… (M)* *…orientar uso de medicamentos, advertir riesgos de consumo, interacción otras sustancias… (M)* *…orientación y acceso seguro a medicamentos… (M)* *… orientación facilitando las direcciones y teléfonos de las instituciones especializadas… (M)* *…orientar hacia centros de ayuda, funcionando como un punto de prevención… (M)* *…aconsejar y brindar la información necesaria sobre los riesgos (M)* *… creación de redes de apoyo para las personas que están en riesgo social… (H)* *… dar soporte y consejería continua a los familiares de las personas afectadas…(M)* *... orientación acerca de los riesgos del consumo de drogas…(H)* *… punto de escucha, apoyo inicial y referencia hacia otros servicios de salud o redes...(M)* *… punto importante de apoyo porque uno de los lugares de salud más accesibles…(H)* *… detección temprana y a la reducción del estigma relacionado con el consumo de drogas…(M)* *…brindar orientación sin juzgar y referir a servicios de salud o grupos de apoyo…(M)* *…escuchar, identificar señales de alerta y orientar hacia otros servicios de salud…(M)* *… facilitar la derivación a centros especializados…(H)* *... orientar a la persona hacia personas profesionales o instituciones especializadas…(M)* *…facilitar la difusión y creación de grupos de rehabilitación…(H)* *…brindar asesoría sobre la administración correcta de fármacos, advierte sobre efectos adversos y previene cruces potencialmente peligrosos…(H)* *…referir usuarios que necesiten ayuda hacia redes y servicios especializados de salud…(H)* Desde la disciplina *… la "filosofía", moral influencia como percibimos y tratamos a personas…(H)* *…Dirección de empresas orientación financiera organizar mejor sus recursos económicos…(H)* *…en Enseñanza del arte, crear espacios educativos y culturales alternativos…(M)* *…Enseñanza del inglés, acercamiento a nuevas culturas, ideas y formas de ver el mundo…(M)* *…Farmacia, profesional de dicha carrera tiene grandes habilidades para informar…(H)* *… Enfermería, es dedicarse a la promoción/educación en salud...(M)* *…Farmacia rol activo en la prevención, educación y orientación dentro de la comunidad…(M)* *… artes crean una actividad donde se forman redes de apoyo y hábitos (H)* *… Trabajo Social acciones de prevención, orientación, atención, reducción de daños y reinserción social… (M)*			
Medios de apoyo	Tecnología	Redes Sociales, IA, plataformas, médios de comunicación	La prevención se proyecta hacia entornos digitales

Ejemplos de respuestas estudiantiles de acciones en la farmacia: mujer (M) hombre (H) *…usando infografías o brochures informativos, videos en redes sociales…(M)* *… medios digitales como las redes sociales, como Instagram y TikTok…(H)* *…por los medios de comunicación y televisión… (H)* *… recursos audiovisuales plataformas, estrategias tradicionales de la comunicación...(H)* *… difundir la información mediante el uso de la rápida difusión de las redes sociales…(H)* *… una divulgación informativa ahora con la ayuda de las redes sociales…(M)* *… redes sociales para informar y ayudar a personas que batallan con una adicción…(M)* *… medios digitales gran apoyo para la difusión de información certera y auténtica…(M)* *… publicaciones en redes sociales, vallas publicitarias o asunciones televisivos…(H)* *… múltiples herramientas tecnológicas, por lo que en las redes sociales (Instagram, Facebook, WhatsApp, TikTok) la información puede llegar a más cantidad de persona…(M)* *…redes sociales y medios de comunicación con capacidad de ser medios de información…(H)* Desde la disciplina *…en Ingeniería eléctrica impulsar tecnologías educativas y de prevención…(M)* *…Comunicación Colectiva medios de comunicación para brindar apoyo e información…(M)* *…Computación crear plataformas de ayuda recibir ayuda, consejos y apoyo…(H)* *…Computación prevención y tratamiento en aplicaciones móviles de apoyo psicológico…(H)* *…Computación sitios web campañas informativas, aplicaciones o softwares rehabilitación…(H)* *… Ingeniería Eléctrica diseñar y mejorar equipos médicos, crear dispositivos electrónicos y sistemas de monitoreo en el proceso de rehabilitación, herramientas basadas en el análisis de datos junto a inteligencia artificial para identificar patrones de consumo y prevenir recaídas…(H)* *…. desde la Comunicación, realizar mini/documentales, series, entre otros formatos…(M)* *…Computación crear aplicación que brinde tanto apoyo emocional como consejos…(H)* *… Ingeniería en Sistemas crear aplicaciones o páginas que informen sobre sus riesgos y dónde buscar ayuda…(H)* *…Desde la Matemática utilizar herramientas de matemática aplicadas como probabilidad para analizar datos sobre el consumo de drogas…(H)* *…Desde la Computación generar herramientas en línea para: concientización sobre las drogas, conectar profesionales con individuos con drogodependencia, aplicaciones interactivas que ayuden con la rehabilitación de la adicción…(H)* *…Ingeniería eléctrica desarrollar herramientas utilizando la electrónica, dispositivos como los estimuladores magnéticos transcraneales…(H)* *…Computación puede trabajar el área de las redes para concientizar…(H)*			
	Gestión, de procesos y el control de calidad	Procedimientos operativos estandarizados	La prevención considera la mejora continua, la seguridad y cumplimiento normativo

Ejemplos de respuestas estudiantiles de acciones en la farmacia: mujer (M) hombre (H)
…tener registros de todo… (M)
…teniendo una mayor regulación y procedimientos en los que puedan generar dependencia … (H)
… una regulación más estricta…(M)
… en las farmacias se deberían tener mayor control…(H)
… tener bastante control y cuidado sobre el manejo y venta de sus medicamentos…(M)

Desde la disciplina

…Ingeniería industrial puede optimizar procesos y gestionar recursos para mejorar la atención en centros de rehabilitación…(H)
…Derecho es a través de la prohibición y penalización del uso de drogas, promover los derechos humanos y las leyes que protejan los derechos de las personas sin discriminación, trato cruel o inhumano, garantizar confidencialidad, integridad y servicios de salud…(H)
…Área contable se puede brindar un apoyo en la gestión de recursos financieros debido a que se pueden destinar fondos de las empresas para centros de rehabilitación o para financiar campañas de prevención sobre el uso de las drogas…(M)
… Microbiología forense para llevar frente a la justicia a los culpables o dictaminar la muerte de una persona…(H)
…Derecho promover establecimiento de protocolos de atención dignos y obligatorios en las instituciones públicas y privadas…(H)
… Aduanas se puede aplican estándares innovadores y modernos sobre el control del ingreso de sustancias ilícitas…(M)
…Derecho promover el establecimiento de protocolos…(H)
…Ingeniería industrial puede optimizar procesos y gestionar recursos…(M)
…Contaduría Pública buena administración y control de recursos de programas de prevención, tratamiento y reinserción…(H)

Discusión

No se encontraron otros trabajos que valoren el pensar de estudiantes sobre el fenómeno social de las drogas en farmacias comunitarias en un entorno virtual asincrónico; sin embargo, existen experiencias de temas relacionados que utilizan canales tecnológicos.

En Colombia y Francia encuestan en línea a 374 de estudiantes para conocer la percepción sobre aspectos de sustancias psicoactivas (Lopera, Pino y Ceballos, 2018) y conocer la opinión sobre desordenes por opioides y el papel de las farmacias comunitarias (Balayssac y et al., 2021) respectivamente.

En Canadá, entrevistan 15 estudiantes con la intención de identificar estrategias preventivas para limitar el consumo de alcohol (Gougeon, Laventure, Goyette y Bertrand, 2024); mientras en Egipto evalúan las percepciones de 70 estudiantes con relación a experiencias durante el proceso de formación (Atia, Zbida, y El-Zway, 2025)

En Turquía estudian las actitudes a sustancias adictivas de 294 estudiantes con cuestionarios en línea y autores acotan como un curso estructurado multicomponente de prevención de adicciones puede ofrecer beneficios integrales a estudiantes, además resaltan la importancia de la educación sobre adicciones con un enfoque multidimensional e integrado al currículo como estrategia preventiva de salud mental en jóvenes (Gülşah y Müberra, 2026).

De ahí que estudiantes de este trabajo piensan que el tema de prevención de situaciones problemáticas a sustancias adictivas debe ser abordado en atención primaria pues se tiene personal preparado, recursos y medios variados; aunque no es fácil de abordar debido a que el fenómeno social de las drogas es multicausal - dinámico y no depende solo de la existencia de tratamientos farmacológicos, atención a comportamientos o desórdenes por sustancias adictivas (Brown y et al., 2022; Fallu, 2024; Milot, Fallu y et al., 2024).

Por eso estudiantes del trabajo piensan que las farmacias comunitarias se vinculan a la atención primaria al ser cercanas y accesibles, donde se ofrecen diversos servicios; esto concuerda con un estudio en Serbia en que señalan a la farmacia comunitaria como un centro de atención primaria con reconocimiento social por las intervenciones en salud pública sobre sustancias adictivas como las clínicas de sesión del fumado (Milošević y et al., 2022).

No obstante, las personas estudiantes piensan que en la farmacia comunitaria se pueden realizar diversas acciones y esto se oponen al estudio en Serbia que señalan amenazas por falta de tiempo o entrenamiento, confianza en el quehacer o falta de: interés del profesional, de espacio, de personal de apoyo y de trabajo junto a otros profesionales, organizaciones y actores sociales (Milošević y et al., 2022).

Por lo que tal y como lo señala el pensamiento de estudiantes del trabajo es que la atención de situaciones problemáticas a sustancias adictivas precisa de acciones colaborativas entre distintos actores sociales (Ahmad y et al., 2024); precisamente por la complejidad del fenómeno social de las drogas que amerita una articulación inter-multi y transdisciplinaria con miras a que ese abordaje integral y adecuado sea efectivo (Tocai y et al., 2026)

Asimismo, las personas estudiantes del trabajo indican que en la farmacia comunitaria se requieren ciertas características como debe un lugar adecuado y acondicionado para la atención de situaciones particulares que aquejan a las personas, lo que concuerda con un estudio en Arabia Saudita que mencionan como la privacidad es un elemento transcendental en la resolución de situaciones particulares de la persona que solicita ayuda o consejo y que requiere de ese ambiente idóneo para facilitar la comunicación (Almanasef, 2023).

También las personas estudiantes de este trabajo piensan que existen actividades o acciones que son de tipo general y que se pueden realizar en las farmacias comunitarias de manera individual pero colectiva, mientras que hay otra que tienen un carácter tradicional (consejería, orientación) o un carácter moderno (atención farmacéutica) o alternativo (derivación a otros profesionales); lo que facilita el abordaje del fenómeno social de las drogas según el contexto (Ahmad y et al., 2024; Rhames y et al., 2026; Bamford y Rushworth, 2026).

Las personas estudiantes se pueden visualizar como sujetos que forman parte del público general que opina respecto al quehacer de las farmacias comunitarias, con una visión amplia desde su proceso de formación universitario del fenómeno social de las drogas y de la disciplina particular lo que les permite

brindar ejemplos específicos de lo que se puede hacer y también como usuarios de los servicios que se ofrecen (Asma'M, Bazzari y Bazzari, 2026).

La mayoría de las acciones que piensan las personas estudiantes concuerdan entre lo que se debe realizar en el contexto de la farmacia comunitaria y lo que proponen desde el conjunto de las disciplinas si se consideran los recursos, los servicios y los medios de apoyo; pero son disimiles respecto a los procesos, en los que existe un predominio de la concepción desde lo que se espera hacer en la disciplina que predomina la deseabilidad social, esto puede ser debido a que la mayoría de estudiantes que cursan el Seminario de Realidad Nacional se encuentra en los primeros años de la carrera (Brown y et al., 2022).

Así se mencionan acciones que consideran historias de vida, técnicas por medios etnográficos y formas integradoras que ayuden (Ide, 2024) a mostrar el lado existente en el ser humano, más allá de pensar que son consumidores de drogas; lo cual es propio de algunas disciplinas por lo que no ocurre en todas y por ende, se espera que las personas sean consideradas como humanas con sus distintas realidades y necesidades, por lo que desean que se protejan desde los derechos fundamentales de las personas, entre los que destacan salud, la dignidad humana y el libre desarrollo de la personalidad.

En ese sentido, desde la Asociación Americana de Psiquiatría se acota que las personas utilizan ciertas sustancias adictivas a pesar de las situaciones problemáticas, diversos efectos y consecuencias; aunque esto se debe observar desde un modelo (enfermedad, personalidad, genético, aprendizaje social, biológico, espiritual, moral, salud pública) o enfoque teórico conceptual particular (psicodinámico, cognitivo conductual,) que ocurre por los efectos de gratificación temporales de las sustancias y no solo por la presencia síndromes de abstinencia o de tolerancia (Debnath y et al., 2023).

En relación a lo anterior como expresan las personas estudiantes de este trabajo, demanda de una persona con competencias en prevención que identifique signos de consumo abusivo y pueda reconocer señales de adicción y deseo incontrolable de uso de sustancias; capaz de utilizar material educativo, orientar e informar a las personas y que pueda también impartir talleres o charlas, que se involucre en acciones comunitarias, que brinde servicios especializados o que pueda derivar hacia otros servicios de apoyo psicológico/rehabilitación y trabajos con otros profesionales (Ahmad y et al., 2024).

Para que las acciones en la farmacia comunitaria sean adecuadas se debe considerar las particularidades de cada grupo poblacional, como es el grupo de personas jóvenes que se encuentran en una condición de mayor vulnerabilidad ante el fenómeno social de las drogas. La evidencia señala que los programas preventivos deben ser innovadores en la utilización de medios efectivos para la población meta en una era mediada por la tecnología e interacciones digitales-virtuales que incentivan las habilidades para la vida y la construcción de espacios familiares y sociales que desarrolles oportunidades o las potencian (Rhames y et al., 2026; Ochterbeck, 2026).

Al respecto las personas estudiantes de este trabajo indican que se pueden utilizar las actividades artísticas que considere la competencia cultural, la recreación creativa, los audiovisuales, las fotografías, entre otras formas para prevenir el consumo de sustancias bajo un abordaje adecuado según realidades

y necesidades de las personas. En un estudio en Manta en Ecuador, se estudia el uso de las artes mediante diversas estrategias como una forma de prevenir el consumo de sustancias psicoactivas, especialmente en personas jóvenes donde el contexto cultural cobra relevancia (Zambrano, Pazmiño y Plaza, 2025; Berliet, 2025; lo que concuerda con el pensamiento estudiantil.

De ahí que también el pensamiento de las personas estudiantes considera que para la prevención del fenómeno social de las drogas es necesario el uso de plataformas informáticas y computacionales, las redes sociales y la inteligencia artificial (Nguyen, Huy, Giang y Trang, 2026); particularmente, en aquellos grupos sociales en que estos medios representan mayores factores de riesgo para el uso inadecuado de sustancias y que requieren que sean transformados en oportunidades de mejora para el éxito de las acciones preventivas.

Ese pensamiento estudiantil concuerda con lo que se menciona respecto a la inteligencia artificial, las videollamadas y los *chatbots* (Nguyen y et al., 2026) las que se convierten en potenciales herramientas que facilitan hacer más disponible y accesible la información y los procesos educativos, al tiempo que se fortalecen las habilidades para la vida y los servicios en de la farmacia comunitaria centrados en la persona acorde con el contexto, por lo que son extremadamente útiles en educación preventiva (Johansson, Romero, Jakobson, Heinemans y Lindner, 2024; Aqeel y Jhon, 2026).

Estudiantes piensan que con esas tecnologías se gestionan datos en internet con herramientas (programas, software, aplicaciones) y dispositivos digitales (teléfonos y celulares inteligentes, computadores, tabletas, relojes) en la creación de espacios educativos como la tele farmacia y virtuales o presenciales, al tiempo que facilitan el control, la regulación y el seguimiento de productos y comportamientos; a pesar de vacíos regulatorios, éticos y procedimentales que tienen que ser esclarecidos y conocidos de manera adecuada para contribuir a la efectividad de las acciones (Johansson y et al., 2026).

Al mismo tiempo, el pensamiento estudiantil está a favor de la regulación y el control, en ese sentido no obstante, un estudio en Rumania menciona que en ocasiones las propias regulaciones y procedimentales se convierten en obstáculos para la atención de las situaciones problemáticas que afectan el bienestar de las personas; por eso es que estudiantes de este trabajo resaltan la necesidad de procedimientos de operación estandarizados que contribuyan a la trasparencia y a evidenciar los logros al ser incluidos en las métricas dentro del sistema de salud para que dejen de ser una actividad informal o casual (Tocai y et al., 2026).

Estudiantes piensan que la implementación de estrategias preventivas debe ser sostenibles en el tiempo, de modo que se requieren insumos que ayuden a crear las modificaciones respectivas de acuerdo con las necesidades y expectativas de las personas, en especial debido a que cada grupo social, cada comunidad y cada contexto tienen un conjunto de características particulares que no pueden ser replicados de la misma forma, en la misma forma en que las sustancias adictivas que se ofertan cambian, así deberían cambiar los mecanismos de prevención para que resulten efectivos (Ochterbeck, 2026).

En el pensamiento estudiantil precisamente destacan las regulaciones para que se harmonicen las acciones, se generen registros sistemáticos del quehacer, de modo que pueda generar insumos que orienten a identificar los puntos que se deben mejorar, se implementen y desarrollen acciones que sean evaluadas que mejore el quehacer y se coordinar de una forma más eficiente el trabajo con otros profesionales según el contexto (Tocai y et al., 2026).

Limitaciones

Este trabajo considera la percepción de las personas estudiantes, su naturaleza cualitativa impone subjetividad y deseabilidad social a los resultados que no pueden ser generalizar, no se precisa la naturaleza de las fuentes utilizadas para brindar las respuestas (creencias, emociones, opiniones) y no se pueden medir con facilidad; aunque tienen relación con el fenómeno también a un conjunto de otros factores que pueden ser modificados en el tiempo

Además de la naturaleza cualitativa del trabajo, se debe considerar la complejidad del fenómeno social de las drogas, la espontaneidad de la participación estudiantil y la necesidad de la inter-multi y transdisciplinariedad para abordar el fenómeno social de las drogas lo que hace que las acciones no dependan estrictamente de unas disciplinas en particular, de ahí que no se realizó análisis por carrera, nivel de la carrera, ciclo o año lectivo.

Conclusiones y recomendaciones

Las personas estudiantes piensan un modelo de educación preventivo constituido por recursos, procesos, servicios y medios de apoyo; en que se realizan acciones en las farmacias comunitarias, para contribuir a abordar el fenómeno social de las drogas, por ser un espacio accesible en el que se brinda atención a las personas de acuerdo con las características de cada contexto.

Las acciones en las farmacias comunitarias permiten sensibilizar, capacitar y dar seguimiento a las personas, buscar soluciones al problema y realizar control de lo que se hace; por lo que se requiere utilizar herramientas tecnológicas y el trabajo inter, multi y transdisciplinario con miras a maximizar los resultados.

Las personas estudiantes evidencian lo que aprenden en el Seminario de Realidad Nacional Salud Comunitaria, su pensamiento concuerda en acciones a realizar en la farmacia en cuanto a recursos, servicios y medios de apoyo; pero los procesos prevalecen en virtud de la disciplina lo que genera oportunidades para aprovechar los recursos disponibles, generar y complementar los esfuerzos que aportan las distintas disciplinas para atender este flagelo social.

Referencias

Ahmad, M., Naja, F., Alzubaidi, H., Alzoubi, K., Hamid, Q., Alameddine, M. (2024). A stakeholders' perspective on enhancing community pharmacists' roles in controlling non-communicable diseases in the United Arab Emirates. *Journal of Pharmaceutical Policy and Practice, 17*(1), 2404080. https://doi.org/10.1080/20523211.2024.2404080

Alanazi, M., Ansari, M., Alharby, T. N. (2024). Community pharmacists' role towards preventing abuse or misuse and dependence of codeine-containing analgesic medications in Saudi Arabia: a multicenter cross-sectional study. *Frontiers in Pharmacology*, *15*, 1408024. https://doi.org/10.3389/fphar.2024.1408024

Algarni, M., Jalal, Z., Hadi, M., Alghamdi, S. (2022). Community pharmacists' views and experiences toward over-the-counter medicines misuse and abuse in Saudi Arabia: A qualitative study. *Frontiers in Pharmacology*, *13*, 997342. https://doi.org/10.3389/fphar.2022.997342

Ali, S., Haque, M., Ali, K., Javed, S., Shaik, H., Empran, P. (2025). Exploring the knowledge, attitude and belief of university students regarding substance misuse. *Journal of Forensic Medicine and Toxicology, 42* (1), 91-99. https://doi.org/10.48165/jfmt.2025.42.1.15

Almanasef, M. (2023). Attitudes of the general public toward community pharmacy services in Saudi Arabia: a cross-sectional study. *Frontiers in Public Health, 11*, 1092215. https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1092215

Alshehri, F., Ashour, A., Bafhaid, H., Algarni, A., Harbi, M., Alorfi, N. (2025). University Students' Knowledge and Attitudes Toward Substance Abuse: A Cross-Sectional Study from Saudi Arabia. *Healthcare, 13* (10), 1122. https://doi.org/10.3390/healthcare13101122

Asma'M, A., Bazzari, A., Bazzari, F. (2026). Public Perceptions and Correlates Regarding the Potential Role of Community Pharmacists in Mental Healthcare: A Cross-sectional Study in Jordan. *Jordan Journal of Pharmaceutical Sciences, 19* (1). https://doi.org/10.35516/jjps.v19i1.3535

Atia A., Zbida A., El-Zway M. (2025). Perception of Libyan pharmacy students toward their community pharmacy training experiences. *Egyptian Pharmaceutical Journal 24* (3), 85-91. https://doi.org/10.21608/EPJ.2025.350194.1005

Aqeel, U., John, S. (2025). Artificial Intelligence in Pharmacy Education: Balancing Technological Advances and Ethical Concerns Among Aspiring Pharmacists. *Health Professions Education, 12* (1), 5. https://doi.org/10.55890/2452-3011.1377

Bamford, S., Rushworth, G. (2026). Non-traditional routes to healthcare professional degree with relevance to pharmacy in Great Britain: a scoping review. *International Journal of Pharmacy Practice,* riag032. https://doi.org/10.1093/ijpp/riag032

Bacci, J., Carroll, J., Coley, K., Daly, C., Doucette, W., Ferreri, S., McDonough, R. (2025). Act for the future of community pharmacy. *Journal of the American Pharmacists Association, 65* (1), 1544-3191. https://doi.org/10.1016/j.japh.2024.102256

Balayssac, D., Pereira, B., Cuq, P., Douris, J., Ferrari, L., Boutet, E., Laporte, C. (2021). Perception of pharmacy students toward opioid-related disorders and roles of community pharmacists: A French nationwide cross-sectional study. *Substance Abuse, 42* (4), 706-715. https://doi.org/10.1080/08897077.2020.1850607

Berliet, C. (2025). Comprendre les conduites addictives chez les jeunes pour mieux les prévenir. *Actualités Pharmaceutiques*, *64*(646), 40-43. https://doi.org/10.1016/j.actpha.2025.03.011

Bouchaud, L., Bluze, E., Dussart, C., Massoubre, B., Boulliat, C. (2022). Le rôle du pharmacien en officine et en pharmacie hospitalière dans la prévention en santé publique en France. In *Annales Pharmaceutiques Françaises, 80* (6), pp. 769-777). Elsevier Masson. https://doi.org/10.1016/j.pharma.2022.02.004

Brown, P., Button, D., Bethune, D., Kelly, E., Tierney, H., Nerurkar, R., Levander, X. (2022). Assessing student readiness to work with people who use drugs: development of a multi-disciplinary addiction educational survey. *Journal of general internal medicine, 37* (15), 3900-3906. https://doi.org/10.1007/s11606-022-07494-5

Burdman, F. (2025). What Is It Like to Be an Addict? Understanding Substance Abuse, by *Owen Flanagan*. Oxford, Oxford University Press, pp Xviii + 300. https://doi.org/10.1093/mind/fzag001

Chie, Q., Tam, C., Bonn, G., Wong, C., Dang, H., Khairuddin, R. (2015). Drug abuse, relapse, and prevention education in Malaysia: perspective of university students through a mixed methods approach. *Frontiers in psychiatry, 6*, 65. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2015.00065

Constantinou, D., Aguiyi, I. (2022). Use, perceptions and attitudes of cognitive and sports performance enhancing substances among university students. *Frontiers in Sports and Active Living, 4*, 744650. https://doi.org/10.3389/fspor.2022.744650

Debnath, S., Devi, D., Dewsaw, A. (2023). A Review on drug addiction and drug abuse. *Asian Journal of Pharmaceutical Research, 13* (3), 186-190. https://doi.org/10.52711/2231-5691.2023.00035

Elnaiem, H., Guzman, M., Antoine, D. (2026). Beyond the Golden Years: A Scoping Review of Interventions for Substance Use Disorders in Aging Adults. *Current Geriatrics Reports, 15* (1), 3. https://doi.org/10.1007/s13670-025-00449-8

Fahrat, S. (2026). De l'addiction à l'auto-oppression dans un monde néolibéral. *Revue Médecine et Philosophie Figures de l'addiction* (14), 53-59. https://stm.cairn.info/revue-medecine-et-philosophie-2026-1?lang=fr

Ganaie, S., Wani, A., Shafi, A. (2026). Substance use and preventive strategies: understanding the rising trend. *Journal of Substance Use*, 1-6. https://doi.org/10.1080/14659891.2026.2636275

González, J., Vicente, J (2023). Deshabituación del consumo de tabaco desde las oficinas de farmacia mediante planes multidisciplinares. Rev Esp Salud Pública, 97, 1-9. e202309077. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.scielosp.org/pdf/resp/v97/1135-5727-resp-97-e202309077.pdf

Gougeon, M., Laventure, M., Goyette, M., Bertrand, K. (2024). Prévention des risques liés à la consommation de substances en contextes festifs universitaires. *Drogues, santé et société*, *22*(2), 8-28. https://www.erudit.org/fr/revues/dss/2024-v22-n2-dss09802/1115692ar/

Gülşah, Y., Müberra, T. (2026): Addiction prevention education: Effects on healthy behaviors and substance use attitudes in young adults, *Journal of Substance Use*, https://doi.org/10.1080/14659891.2026.2616379

Johansson, M., Romero, D., Jakobson, M., Heinemans, N., Lindner, P. (2024). Digital interventions targeting excessive substance use and substance use disorders: a comprehensive and systematic scoping review and bibliometric analysis. *Frontiers in psychiatry*, *15*, 1233888. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2024.1233888

Jorgenson, T., Tran, T., Bratberg, J. (2026). ASHP Statement on the Pharmacist's Role in Substance Use Disorder Prevention, Treatment, and Recovery. *American Journal of Health-System Pharmacy*, zxag024. https://doi.org/10.1093/ajhp/zxag024

Hsiung, H., Patel, K., Hundal, H., Baccouche, B., Tsao, K. (2022). Preventing substance abuse in adolescents: A review of high-impact strategies. *Cureus, 14* (7). https://doi.org/10.7759/cureus.27361

Hashmi, F., Hassali, M., Khalid, A., Saleem, F., Aljadhey, H., Babar, Z., Bashaar, M. (2017). A qualitative study exploring perceptions and attitudes of community pharmacists about extended pharmacy services in Lahore, Pakistan. *BMC health services research, 17* (1), 500. https://doi.org/10.1186/s12913-017-2442-6

Ide, P. (2024). L'addiction. Propositions pour un modèle intégratif. *Teresianum*, *75*(2), 497-530. https://doi.org/10.1484/j.ter.5.144462

Idris, V., Ahmad, I. (2024). Peran Apoteker dalam Meningkatkan Pelayanan Kesehatan Di Puskesmas. *Journal Riseta Soshum*, *1*(1), 05–13. https://doi.org/10.70392/7ecvt456

Liu, S., Elek, E., Blackburn, N., Wondimagegnehu, F., Ballard, P., Graham, P. (2026). Characterizing the Substance Use Prevention Funding Landscape in the United States: a Cross-Sectional Study of National Prevention Network Representatives and Practitioners. *Prevention Science*, 1-14. https://doi.org/10.1007/s11121-026-01889-0

Lopera, C., Pino, D., Ceballos, A. (2018) Percepción de los estudiantes de los programas de Química Farmacéutica, Tecnología en Regencia de Farmacia y Medicina de la Universidad de Antioquia frente al uso terapéutico de los cannabinoides. *Rev Univ Ind Santander Salud, 50*(3): 215-223. https://doi.org/10.18273/revsal.v50n3-2018006

Milošević-Georgiev, A., Obradović, D., Krajnović, D. (2023). Smoking cessation service in the pharmacy setting-attitudes of pharmacy students, pharmacists and the general public. *Arhiv za farmaciju*, *73*(3), 236-250. https://dx.doi.org/doi.org/10.5937/arhfarm73-44687

Milot, D., Fallu, J., Laventure, M., Hyppolite, S., Huỳnh, C., Ferland, F. (2024). Mot de présentation : Prévention et promotion de la santé en lien avec l'utilisation de substances, les jeux de hasard et d'argent et les écrans. *Drogues, santé et société*, *22*(2), I-V. https://doi.org/10.7202/1115690ar

Moragrega, I., Cabedo, N., Goya, E., Máñez, S., Giner, R. (2020). Estudiantes universitarios de Farmacia implementan metodologías docentes para prevenir el consumo de sustancias de abuso en el ámbito de Secundaria. En: Roig-Vila, Rosabel (ed.). *La docencia en la Enseñanza Superior. Nuevas aportaciones desde la investigación e innovación educativas* (pp. 771-782). España, Barcelona: Octaedro. ISBN 978-84-18348-11-2.

Navarrete J., Berg E., Hughes C., Salokangas E., Taylor M., Kung J., Johnson J., Hyshka E. (2026). Harm reduction and pharmacy practice: a scoping review of services for people who use drugs provided by pharmacy staff. *BMJ Open*,16: e110929. doi:10.1136/bmjopen-2025-110929

Nguyen, V., Huy, L., Giang, L., Trang, N. (2026). Artificial intelligence innovations in substance use prevention on social media: A scoping review. *Public Health*, *254*, 106200. https://doi.org/10.1016/j.puhe.2026.106200

Ochterbeck, D., Muellmann, S., Gerhardus, A., Hrynyschyn, R., Graff, H., Busse, H., Helmer, S. (2026). Digital Intervention Components for Preventing and Reducing Substance Use in Adolescents and Emerging Adults: A Comprehensive Scoping Review. *Journal of Prevention*, 1-37. https://doi.org/10.1007/s10935-025-00894-3

Okojie, A., Johan, P. (2025). Perceptions of below the line drug abuse awareness campaigns among undergraduates at Rivers State University. Research Journal of Literature, Languages and Linguistics, 13(1), 1-14. https://doi.org/10.5281/zenodo.15471769

Piedra, D., Zaidi, P., López, J., Giné, C., de la Vega, B. (2025). De problema de drogas a problemática en drogas. Por una conceptualización coherente en el ámbito de las adicciones. Mañé, Ferrer & Swartz. *Revista Internacional de Educación y Análisis Social Crítico*, 3(1), 170-210. https://doi.org/10.51896/easc.v3i1.884

Rao, D., Giannetti, V., Kamal, K., Covvey, J., Tomko. J. (2021). The relationship between knowledge, attitudes, and practices of community pharmacists regarding persons with substance use disorders. *Substance abuse*, 42(4), 630-637. https://doi.org/10.1080/08897077.2020.1809605

Rhames, M., Eckert, J., Sterrett, W., Morgan, G. (2026). Adolescent Drug Use Prevention Programs Published 2013-2023: A Systematic Review of Literature Reviews and Meta-Analyses. *Journal of Organizational & Educational Leadership, 11*(2), 2. https://digitalcommons.gardner-webb.edu/joel/vol11/iss2/2

Rochmah, N.N., Winata, N. (2025). Community Pharmacy: The Role of Strategy in Increasing Access and Quality of Health Services. *Journal of Pharmacopoeia,2*(2):20–8. https://doi.org/10.62872/x5p2qb66

Royo, J., Ribas, F. (2021). Impacto de intervenciones educativas en el uso racional del medicamento por farmacéuticos comunitarios en estudiantes de bachiller. *Farmacéuticos Comunitario, 13*(2): 11-24. https://raco.cat/index.php/FC/article/view/386399.

Sampaio, G., Lima, G., de Souza, S., de Melo Soares, D. (2024). Use of psychoactive substances among university students from 2019 to 2020: A systematic review. *Brain, behavior, & immunity-health*, *35*, 100724. https://doi.org/10.1016/j.bbih.2024.100724

Scahill, S., Atif, M., Babar, Z. (2017). Defining pharmacy and its practice: a conceptual model for an international audience. *Integrated Pharmacy Research and Practice, 12,* (6), 121-129. https://doi.org/10.124/IPRPS.S124866

Steinkamp, J., Goldblatt, N., Borodovsky, J., LaVertu, A., Kronish, I., Marsch, L., Schuman-Olivier, Z. (2019). Technological interventions for medication adherence in adult mental health and substance use disorders: a systematic review. *JMIR mental health*, *6*(3), e12493. https://doi.org/10.2196/12493

Suwannaprom, P., Suttajit, S., Eakanunkul, S., Supapaan, T., Kessomboon, N., Udomaksorn, K. (2020). Development of pharmacy competency framework for the changing demands of Thailand's pharmaceutical and health services. *Pharmacy Practice (Granada), 18*(4). https://dx.doi.org/10.18549/pharmpract.2020.4.2141

Strand, M. (2025). The role of pharmacy in promoting public health: Pharmacy and public health in 2050. *Journal of the American Pharmacists Association, 65*(1), 1-7. https://doi.org/10.1016/j.japh.2024.102272

Tocai, A., Dragan, F., Dragan, D., Teodorescu, A., Teodorescu, C., Ciobanu, C., Zaha, D. (2026). A Multi-Dimensional Analysis of the Changing Role of Clinical and Community Pharmacists in Romanian Healthcare. In *Healthcare*, 14 (5), p. 624). MDPI. https://doi.org/10.3390/healthcare14050624

Zambrano, S., Pazmiño, E., Plaza, J. (2025). Las artes en la prevención del consumo de sustancias psicoactivas en jóvenes. *Revista Científica y Arbitrada de Ciencias Sociales y Trabajo Social: Tejedora 2697-3626, 8*(19), 80-94. https://doi.org/10.56124/tj.v8i19.006

CAPÍTULO 7

Desarrollo y validación preliminar de un prototipo wearable basado en señales ECG para monitoreo fisiológico del estrés

Luis Carlos Rodríguez-Timaná1,2, Nazly Rocío Hincapié-Monsalve3, Juan de Dios Villegas1

1Fundación Universitaria San Martín – Sede Cali, Colombia

2Universidad Santiago de Cali, Colombia

3Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium – UNICATÓLICA, Colombia

Correspondencia: luis.crodriguez@sanmartin.edu.co; luis.rodriguez11@usc.edu.co

Sobre los autores

Luis Carlos Rodríguez Timaná: Ingeniero Electrónico, Magíster en Informática, candidato a Doctor en Ciencias Aplicadas por la Universidad Santiago de Cali y candidato a Doctor en Ingeniería Eléctrica por la Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Docente investigador de la Fundación Universitaria San Martín – Sede Cali.

Nazly Rocío Hincapié Monsalve: Ingeniera Física, candidata a Doctora en Ciencias Aplicadas por la Universidad Santiago de Cali y candidata a Doctora en Ingeniería Eléctrica por la Universidade Federal do Espírito Santo (Brasil). Docente de la Facultad de Ingeniería de la Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium – UNICATÓLICA.

Juan de Dios Villegas: Médico cirujano formado en la Universidad Libre de Cali, con maestrías en Salud Pública y formación adicional en Administración y Gerencia en Salud. Se desempeña como decano de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Fundación Universitaria San Martín, sede Cali.

Resumen

Este capítulo presenta el desarrollo y la validación preliminar de un prototipo wearable de bajo costo para la adquisición y procesamiento de señales electrocardiográficas orientadas al monitoreo fisiológico del estrés. El trabajo se planteó como una prueba de concepto tecnológica y no como una validación clínica ni como un sistema definitivo de clasificación automática. El prototipo integra un módulo ECG de tres electrodos tipo AD8232, un microcontrolador ESP32 Mini, alimentación portátil, transmisión inalámbrica, almacenamiento estructurado de datos, exportación en formato CSV y procesamiento posterior en Python. Se definió un protocolo experimental preliminar compuesto por condición basal, tarea matemática bajo restricción temporal, fase de transición y relajación, con el fin de generar registros comparables entre condiciones de calma y estrés inducido. Los resultados muestran que el sistema permitió adquirir 1.568.165 muestras limpias, correspondientes a 110,76 minutos de registro acumulado, con una frecuencia de muestreo estimada estable alrededor de 250 Hz. El análisis exploratorio permitió estimar frecuencia cardíaca, evaluar calidad de señal y calcular métricas básicas de variabilidad cardíaca, incluyendo RMSSD y SDNN. Se identificaron registros de calidad alta, aceptable y baja, lo que evidenció

la necesidad de criterios formales de depuración antes de cualquier tarea de clasificación. Adicionalmente, se documentó una arquitectura inicial de red neuronal convolucional unidimensional como base para futuras tareas de clasificación supervisada; sin embargo, no se reportan métricas definitivas de desempeño del modelo. En consecuencia, el aporte principal del trabajo corresponde al desarrollo de una arquitectura funcional para adquisición, etiquetado, procesamiento y análisis preliminar de señales ECG, con potencial para estudios posteriores de clasificación de estados de calma y estrés bajo protocolos controlados.

Palabras clave: ECG; estrés; dispositivo wearable; ESP32; variabilidad de la frecuencia cardíaca; aprendizaje automático; salud digital.

Abstract

This chapter presents the development and preliminary validation of a low-cost wearable prototype for electrocardiographic signal acquisition and processing aimed at physiological stress monitoring. The work was conceived as a technological proof of concept rather than a clinical validation or a definitive automatic stress classification system. The prototype integrates a three-electrode ECG module, an ESP32 Mini microcontroller, portable power supply, wireless transmission, structured data storage, CSV export, and offline signal processing in Python. A preliminary experimental protocol was defined, including baseline, time-restricted mental arithmetic, transition, and relaxation phases to generate comparable recordings between calm and induced-stress conditions. Results show that the system acquired 1,568,165 clean samples, corresponding to 110.76 cumulative minutes, with an estimated sampling frequency close to 250 Hz. Exploratory processing enabled heart rate estimation, signal quality assessment, and basic heart rate variability metrics such as RMSSD and SDNN. Records with high, acceptable, and low quality were identified, highlighting the need for formal cleaning criteria before classification. A preliminary one-dimensional convolutional neural network architecture was also documented as a basis for future supervised classification tasks; however, no definitive model performance metrics are reported. Therefore, the main contribution of this work is the development of a functional architecture for ECG acquisition, labeling, processing, and preliminary analysis, with potential application in future studies for calm and stress state classification under controlled protocols.

Keywords: ECG; stress; wearable device; ESP32; heart rate variability; machine learning; digital health.

Introducción

El estrés es una respuesta psicofisiológica que se activa cuando una persona percibe demandas superiores a sus recursos de afrontamiento. En niveles moderados puede cumplir una función adaptativa; sin embargo, la exposición sostenida a estresores se ha relacionado con deterioro del bienestar, alteraciones cardiovasculares, fatiga, disminución del desempeño y mayor carga alostática (Lazarus & Folkman, 1984; McEwen, 1998; Juster et al., 2010). En contextos académicos y laborales, esta respuesta puede afectar la concentración, la toma de decisiones y la capacidad de recuperación, por lo que su monitoreo oportuno constituye un problema relevante para la salud digital y la prevención.

La evaluación tradicional del estrés se apoya con frecuencia en cuestionarios de autoinforme. Estos instrumentos son útiles para explorar la percepción del sujeto, pero presentan limitaciones asociadas con sesgos de recuerdo, deseabilidad social, baja resolución temporal y dificultad para capturar cambios fisiológicos durante la actividad. Por esta razón, ha crecido el interés por dispositivos vestibles capaces de registrar señales fisiológicas de manera continua y objetiva (Can et al., 2019; Nasiri & Khosravani, 2020).

Entre las señales disponibles, la electrocardiografía (ECG) ofrece una medición eléctrica directa de la actividad cardíaca y permite identificar picos R, intervalos RR, frecuencia cardíaca y métricas de variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV). La HRV es uno de los indicadores más utilizados para estudiar la regulación autonómica, debido a que refleja la interacción entre la actividad simpática y parasimpática del sistema nervioso autónomo (Malik et al., 1996; Shaffer & Ginsberg, 2017). Durante situaciones de estrés agudo, pueden observarse cambios en la frecuencia cardíaca, en la variabilidad latido a latido y en la dinámica de recuperación; sin embargo, estas variables deben interpretarse con prudencia, considerando calidad de señal, protocolo experimental, estado basal y variabilidad individual.

El desarrollo de microcontroladores con comunicación inalámbrica, como el ESP32, facilita la construcción de prototipos portátiles de bajo costo para adquisición fisiológica. De manera complementaria, el aprendizaje automático y el aprendizaje profundo han permitido explorar modelos capaces de aprender patrones temporales a partir de señales crudas o segmentadas (Kiranyaz et al., 2021; Zhang et al., 2021). No obstante, para afirmar que un sistema clasifica estrés de manera robusta se requieren métricas verificables, separación adecuada de datos, control de fuga entre ventanas de un mismo sujeto, validación cruzada o prueba con datos independientes.

En este contexto, el presente trabajo desarrolla y evalúa preliminarmente un prototipo wearable basado en señales ECG. El alcance se centra en la adquisición, transmisión, almacenamiento, preprocesamiento, análisis exploratorio de calidad de señal y documentación de una arquitectura inicial para futura clasificación. En consecuencia, el estudio no se presenta como validación definitiva de clasificación automática del estrés, sino como desarrollo tecnológico y validación preliminar del prototipo para generar registros procesables orientados a estudios posteriores.

Estado del arte

La detección automática del estrés a partir de señales fisiológicas ha evolucionado desde estudios de laboratorio hacia sistemas de monitoreo en condiciones reales. Healey y Picard (2005) demostraron que señales fisiológicas, incluida la actividad cardíaca, pueden aportar información para inferir estrés durante tareas de conducción. Posteriormente, Hovsepian et al. (2015) propusieron cStress como una aproximación metodológica para evaluación continua del estrés en ambientes móviles, destacando etapas de limpieza, extracción de características, normalización y modelado.

La disponibilidad de conjuntos de datos públicos ha fortalecido la reproducibilidad del área. WESAD, propuesto por Schmidt et al. (2018), se ha consolidado como un referente para la evaluación de estrés y estados afectivos mediante señales multimodales adquiridas con dispositivos torácicos y de muñeca. En

escenarios de vida real, Can et al. (2019) mostraron que la detección continua del estrés mediante sensores vestibles es posible, aunque desafiante por ruido, movimiento y variabilidad interindividual. Gjoreski et al. (2017) complementaron esta línea al integrar contexto y señales fisiológicas para mejorar robustez en ambientes dinámicos.

En relación con ECG y HRV, las guías de medición de la Task Force (Malik et al., 1996) y revisiones posteriores (Shaffer & Ginsberg, 2017) resaltan la necesidad de controlar duración de registro, calidad de señal, método de detección de picos y selección de métricas. Indicadores como RMSSD y SDNN son de especial interés porque permiten describir variabilidad de corto plazo y variabilidad global de los intervalos RR, respectivamente. Sin embargo, su uso para inferir estrés requiere protocolos bien definidos y no debe confundirse con diagnóstico cardiológico.

Más recientemente, las redes neuronales convolucionales unidimensionales han sido exploradas para análisis de señales biomédicas por su capacidad de capturar patrones temporales directamente desde segmentos de señal (Kiranyaz et al., 2021). Trabajos como los de Tzevelekakis et al. (2021) y Zhang et al. (2021) muestran el potencial de modelos ligeros para retroalimentación de estrés en aplicaciones personalizadas. Aun así, la literatura insiste en la necesidad de reportar particiones de datos, métricas de desempeño, validación por sujeto y control de fuga de información para evitar sobreestimar los resultados. Las revisiones recientes resaltan que la clasificación de estrés mediante dispositivos wearables requiere controlar la calidad de los sensores, el contexto de adquisición, la variabilidad entre participantes y la interpretabilidad de los modelos (Chalabianloo et al., 2022; Pinge et al., 2024; Bamert & Inauen, 2022).

Metodología

Diseño y alcance del estudio

El estudio se planteó como una investigación aplicada de desarrollo tecnológico con validación preliminar del prototipo. La metodología integró cinco etapas: diseño de la arquitectura electrónica, implementación del sistema de adquisición y transmisión, definición de un protocolo experimental preliminar, procesamiento exploratorio de registros ECG y documentación de una arquitectura computacional para futura clasificación supervisada. Estas etapas se resumen en la Figura 1.

El alcance del trabajo se limitó a verificar la viabilidad técnica del sistema para adquirir señales ECG, almacenarlas, depurarlas y generar variables fisiológicas básicas. Por tanto, las afirmaciones del manuscrito se restringen a desarrollo, adquisición y análisis preliminar. No se reportan métricas concluyentes de clasificación automática, ni se plantea el sistema como dispositivo clínico, diagnóstico de arritmia o herramienta validada para medición de estrés.

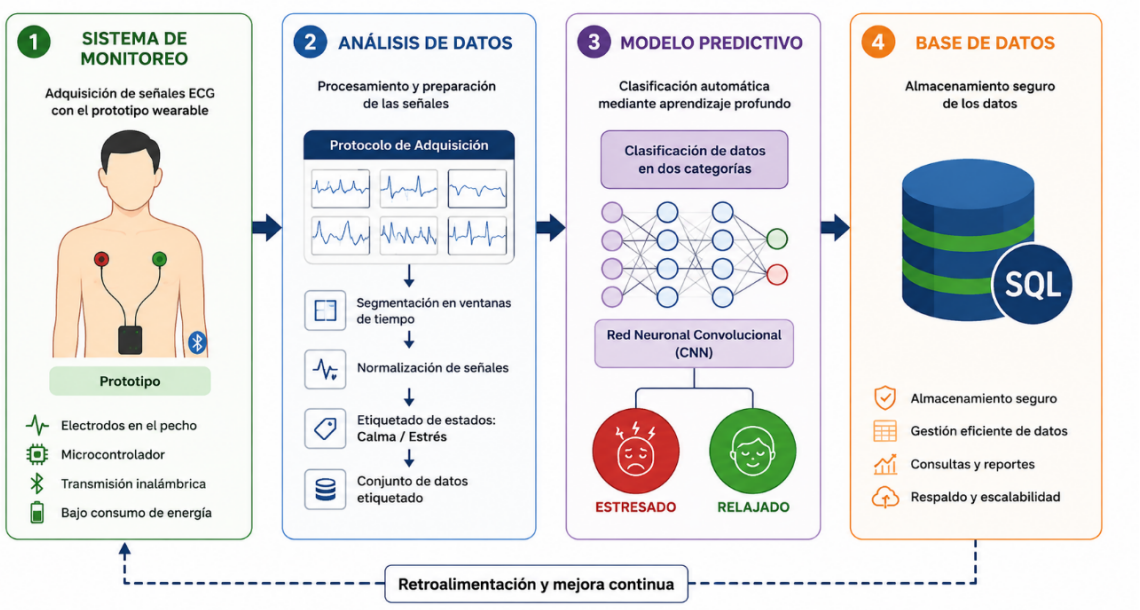


Figura 1. Flujo general del sistema propuesto: adquisición ECG, análisis de datos, arquitectura predictiva inicial y almacenamiento estructurado.

Arquitectura electrónica y comunicación

El prototipo se diseñó como una plataforma wearable de bajo costo para la adquisición de señales ECG en configuración monoderivación. La etapa de sensado se implementó mediante un módulo de acondicionamiento ECG AD8232 de tres electrodos, conectado a un microcontrolador ESP32 Mini. El ESP32 realizó la lectura de la señal analógica mediante su conversor analógico-digital, organizó las muestras y habilitó su transmisión inalámbrica hacia un computador receptor. La alimentación se realizó mediante una batería recargable de 3,7 V, evitando la conexión directa del prototipo a la red eléctrica durante la adquisición.

La disposición de los electrodos siguió una configuración torácica simplificada de tres puntos: RA y LA se ubicaron en las regiones superior derecha e izquierda del tórax, respectivamente, mientras que RL se utilizó como referencia en la región inferior del tórax o el abdomen. Esta configuración permitió obtener registros ECG útiles para la identificación preliminar de picos R y la estimación de intervalos RR en condiciones controladas. No obstante, la ubicación de los electrodos deberá estandarizarse con mayor precisión en futuras pruebas, con el propósito de reducir variaciones de amplitud ocasionadas por diferencias en el contacto, la impedancia de la piel, la postura y el movimiento del participante.

El funcionamiento del sistema se organizó en una etapa de adquisición en tiempo real y una etapa posterior de procesamiento fuera de línea. Durante la primera etapa, el módulo AD8232 capturó la señal ECG y el ESP32 realizó la lectura, organización y transmisión inalámbrica continua de las muestras hacia el computador receptor. Los datos fueron almacenados en archivos CSV con campos asociados al tiempo de adquisición, amplitud digital, etiqueta experimental y sesión de registro. En esta versión del prototipo, la expresión "tiempo real" se refiere exclusivamente a la adquisición, transmisión, visualización básica y almacenamiento continuo de la señal. El uso conjunto del módulo AD8232 y el ESP32 ha sido

explorado previamente para el desarrollo de sistemas portátiles de adquisición ECG y transmisión inalámbrica de bajo costo (Bhattarai et al., 2022; Serhani et al., 2020).

Una vez finalizada cada adquisición, los archivos almacenados fueron procesados fuera de línea mediante scripts desarrollados en Python. Esta etapa incluyó la eliminación de registros duplicados, la evaluación de valores extremos y saturaciones, la inspección de la calidad de señal, la detección preliminar de picos R, el cálculo de intervalos RR, la estimación de la frecuencia cardíaca y la obtención de métricas de variabilidad cardíaca como RMSSD y SDNN. La segmentación en ventanas y la normalización de los registros se realizaron posteriormente mediante procesamiento fuera de línea. La CNN 1D se definió como una arquitectura inicial para una fase posterior de entrenamiento y evaluación. Toda esta fase se evidencia en la Figura 2. Las especificaciones técnicas de los componentes empleados y su función dentro del sistema se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Especificaciones técnicas del prototipo y función de cada componente.

Componente	Especificación implementada	Función dentro del sistema
Sensor ECG	Módulo ECG de tres electrodos tipo AD8232	Acondicionamiento básico de la señal electrocardiográfica
Microcontrolador	ESP32 Mini con conectividad Wi-Fi	Lectura ADC, organización de muestras y transmisión inalámbrica
Alimentación	Batería recargable de 3,7 V	Operación portátil y separación de la red eléctrica durante adquisición
Adquisición	Frecuencia estimada mediana: 250 Hz	Resolución temporal suficiente para análisis de latido a latido
Almacenamiento	Archivos CSV y estructura por sesión	Trazabilidad de registros y procesamiento posterior
Procesamiento	Python para depuración, picos, FC, RMSSD y SDNN	Extracción de variables fisiológicas básicas
Interfaz	Aplicación de adquisición con etiquetas calmado/estresado	Captura supervisada y reducción de error de rotulación

Participantes, criterios de inclusión y alcance de la muestra

La fase reportada correspondió a una prueba técnica preliminar realizada con dos voluntarios internos, hombres de 22 y 24 años, estudiantes de medicina y miembros del equipo del proyecto, seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia. Ambos conocían los objetivos, el funcionamiento general del prototipo y el procedimiento de adquisición. Su participación estuvo orientada exclusivamente a verificar la operación del dispositivo, la estabilidad de la captura, la transmisión de datos y la obtención de registros ECG procesables. Por tanto, esta fase no tuvo como

propósito realizar inferencias poblacionales, validar clínicamente el estrés ni evaluar la eficacia diagnóstica del sistema.

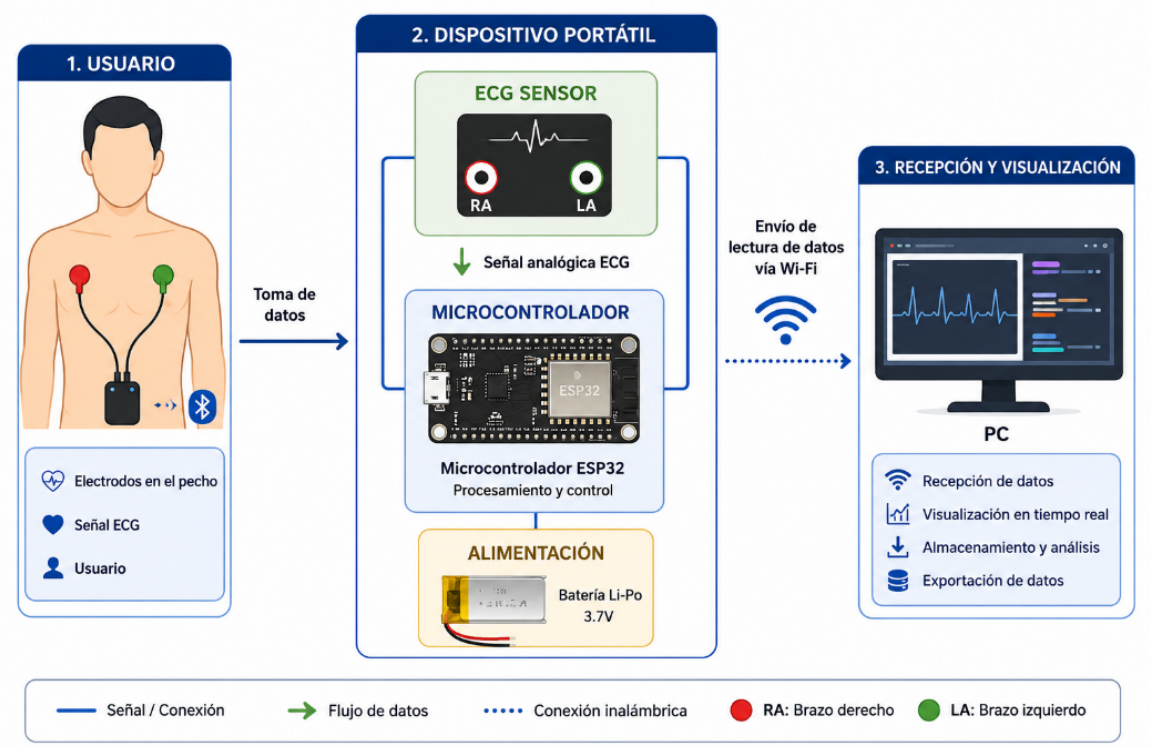


Figura 2. Arquitectura electrónica del prototipo. Se observa la relación entre usuario, sensor ECG, microcontrolador ESP32, alimentación portátil y recepción de datos.

Los criterios de inclusión fueron: ser mayor de edad, estar matriculado en el programa de Medicina, aceptar voluntariamente la participación, permanecer en reposo relativo al inicio del protocolo y no reportar antecedentes cardiovasculares, neurológicos o psiquiátricos diagnosticados que pudieran alterar la respuesta fisiológica registrada. Asimismo, los participantes manifestaron no tener diagnóstico previo de trastornos relacionados con ansiedad o estrés, no utilizar marcapasos y no presentar lesiones cutáneas en las zonas destinadas a la colocación de los electrodos. Como criterios de exclusión se establecieron la aparición de incomodidad durante la prueba, mala adherencia de los electrodos, saturación persistente de la señal, movimiento excesivo, interrupción de la comunicación o cualquier condición que impidiera completar el registro de forma segura.

Los registros fueron codificados por participante, sesión y archivo, sin incorporar nombres ni otros datos directamente identificables en la base utilizada para el análisis. Debido al tamaño reducido de la muestra y a que los participantes formaban parte del equipo investigador, los resultados se interpretaron únicamente como evidencia de viabilidad técnica. La familiaridad de los voluntarios con el proyecto pudo facilitar el manejo del prototipo, pero también limita la generalización de la experiencia a usuarios externos. Por esta razón, los resultados se reportaron principalmente mediante número de archivos, duración acumulada, frecuencia de muestreo, calidad de señal y variables fisiológicas extraídas. Para una fase posterior se deberá ampliar y diversificar la muestra, registrar sistemáticamente variables

demográficas y clínicas relevantes, controlar factores como consumo reciente de cafeína, actividad física y medicamentos, incorporar una escala estandarizada de estrés percibido o ansiedad estado. En una fase posterior se podrá incorporar la Escala de Estrés Percibido como instrumento complementario para valorar la percepción subjetiva de estrés (Cohen et al., 1983).

Protocolo experimental preliminar

El protocolo experimental buscó generar registros diferenciables entre condición basal/relajación y condición de estrés inducido. La secuencia incluyó un minuto de descanso inicial, cinco minutos de prueba matemática bajo restricción temporal, un minuto de descanso intermedio, cinco minutos de relajación y un minuto de descanso final. La tarea matemática se utilizó como estímulo cognitivo demandante, mientras que la fase de relajación se realizó en posición sentada confortable con estímulo auditivo relajante, ver Figura 3.

Esta estrategia se considera una inducción experimental preliminar de estrés y recuperación, no una confirmación clínica de estado emocional. El autorregistro diario permitió complementar la identificación subjetiva de las condiciones de calma y estrés. Sin embargo, al tratarse de un formulario binario desarrollado para el proyecto y no de una escala psicométrica validada, sus resultados se utilizaron únicamente como referencia exploratoria. En futuras fases se recomienda aplicar una escala estandarizada antes y después de cada condición. La duración, actividad, etiqueta experimental y condiciones metodológicas establecidas para cada fase del protocolo se resumen en la Tabla 2.

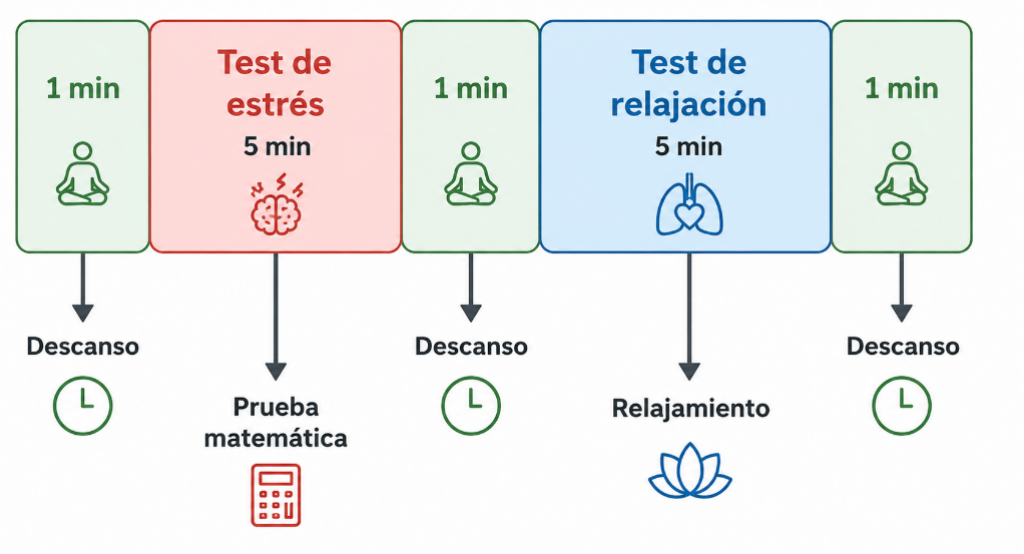


Figura 3. Secuencia del protocolo preliminar para adquisición de registros en descanso, estrés inducido por tarea matemática, transición y relajación.

Tabla 2. Descripción ajustada del protocolo experimental preliminar.

Fase	Duración	Actividad	Etiqueta recomendada	Control metodológico

Basal inicial	1 min	Reposo sentado, respiración espontánea	Calmado / basal	Ambiente tranquilo, mínima conversación y mínima movilidad
Estrés inducido	5 min	Problemas matemáticos con restricción temporal	Estresado / estrés inducido	Instrucciones estandarizadas, presión de tiempo y registro continuo
Descanso intermedio	1 min	Pausa sin tarea cognitiva	Transición	Permitir estabilización parcial de FC y señal
Relajación	5 min	Reposo con estímulo auditivo relajante	Calmado / relajación	Controlar volumen, ruido ambiente e iluminación
Descanso final	1 min	Reposo posterior al protocolo	Recuperación	Verificar retorno gradual hacia línea basal

La clasificación inicial de los registros por condición no dependió exclusivamente de la fase del protocolo. La fecha y la hora de adquisición se contrastaron con los autorregistros diarios diligenciados por los participantes, con el fin de fortalecer la correspondencia entre el archivo ECG y el estado subjetivo reportado.

Las tareas cognitivas bajo presión temporal han sido utilizadas para provocar respuestas agudas de estrés en condiciones controladas, mientras que los estímulos musicales se han relacionado con cambios en la regulación autonómica y la variabilidad cardíaca (Kirschbaum et al., 1993; Archana & Mukilan, 2016; Chanda & Levitin, 2013; Dimitriev et al., 2019).

Registro subjetivo de estrés y asignación de etiquetas

Durante los 15 días de adquisición, los dos participantes completaron diariamente un formulario electrónico elaborado en Google Forms. En cada registro indicaron la fecha, la hora aproximada y si percibían encontrarse en una condición de estrés o de calma durante el periodo correspondiente. Las respuestas fueron asociadas con los registros ECG mediante la fecha y la marca temporal de cada archivo, manteniendo la identificación de los participantes mediante códigos anónimos.

Este autorregistro se utilizó como referencia subjetiva complementaria para verificar la condición experimental y asignar las etiquetas “calmado” y “estresado” a los segmentos de señal. Posteriormente, cada archivo ECG fue dividido en ventanas consecutivas de 10 segundos, y todas las ventanas conservaron la etiqueta correspondiente al estado reportado para ese periodo. Para evitar desbalance entre clases, se seleccionó igual cantidad de ventanas para las condiciones de calma y estrés.

El formulario no se consideró una herramienta diagnóstica ni una escala psicométrica validada, sino un mecanismo exploratorio de autorreporte destinado a complementar la información temporal de los registros fisiológicos. Por tanto, la etiqueta asignada representa el estado de estrés percibido por el participante y no una confirmación clínica de estrés.

Adquisición, preprocesamiento y calidad de señal

La adquisición de la señal ECG se realizó de forma continua durante cada fase del protocolo. Los registros se almacenaron en archivos CSV y se procesaron fuera de línea mediante Python. Inicialmente, se eliminaron los datos duplicados generados por nRF Connect y se verificó una frecuencia de muestreo mediana cercana a 250 Hz. Cada registro fue filtrado mediante un Butterworth pasabanda de cuarto orden entre 0,5 y 40 Hz, aplicado con filtfilt para reducir la deriva de la línea base y el ruido de alta frecuencia sin alterar temporalmente los complejos QRS. Los picos R se identificaron mediante find_peaks de SciPy.

Posteriormente, se revisaron valores extremos, saturaciones, artefactos y la morfología de la señal. Los segmentos con pérdida de información o con complejos QRS no identificables fueron marcados para revisión o exclusión. A partir de los picos R se calcularon los intervalos RR, la frecuencia cardíaca, RMSSD y SDNN.

El análisis de HRV en registros cortos y ultracortos se ha estudiado previamente para la evaluación exploratoria del estrés, aunque su interpretación depende de la duración del segmento, la calidad de la señal y el método de detección de los intervalos RR (Castaldo et al., 2015, 2019; Salahuddin et al., 2007; Mejía-Mejía et al., 2020).

La calidad de los registros se clasificó como alta, aceptable o baja según la estabilidad de la señal, la identificación de picos, la presencia de artefactos y el nivel de saturación. Los registros de baja calidad se excluyeron del posible entrenamiento del modelo. Los criterios operativos utilizados se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Criterios operativos para clasificación de calidad de señal.

Categoría	Criterio operativo	Uso recomendado
Alta	Patrón periódico, picos identificables y saturación cercana a cero	Análisis de frecuencia cardíaca y HRV exploratoria
Aceptable	Señal interpretable con artefactos moderados o segmentos parcialmente ruidosos	Análisis con revisión manual y exclusión de segmentos ruidosos
Baja	Saturación elevada, pérdida de información o artefactos que afectan detección de picos	Excluir de entrenamiento y usar solo para análisis de fallas del sistema

Arquitectura computacional orientada a clasificación futura

La señal ECG adquirida fue segmentada en ventanas temporales consecutivas de 10 segundos para facilitar su procesamiento computacional. Considerando una frecuencia de muestreo estimada de 250 Hz, cada ventana estuvo constituida por aproximadamente 2.500 muestras correspondientes a un único canal de entrada. No se aplicó solapamiento, por lo que cada nueva ventana comenzó inmediatamente después de finalizar la anterior.

Posteriormente, el conjunto de ventanas fue organizado de manera balanceada. Después de la depuración de los registros, se seleccionaron 250 ventanas correspondientes a la condición calmado y 250 ventanas correspondientes a la condición estresado, para un total de 500 segmentos. Esta distribución evitó que una clase tuviera mayor representación que la otra durante la preparación de los datos.

La arquitectura CNN 1D propuesta se definió con una primera capa convolucional de 32 filtros, tamaño de kernel de 5 y función de activación ReLU. Posteriormente, se incorporó una capa MaxPooling1D con tamaño de agrupamiento de 2, seguida de una segunda capa Conv1D de 64 filtros, kernel de 3 y activación ReLU. La salida convolucional se redujo mediante una capa GlobalAveragePooling1D y se aplicó una capa dropout con tasa de 0,5 para disminuir el riesgo de sobreajuste. Finalmente, se definió una capa densa de 64 neuronas con activación ReLU y una neurona de salida con activación sigmoide para la clasificación binaria entre las condiciones calmado y estresado. Esta configuración corresponde al diseño inicial de la arquitectura y no a un modelo validado mediante una prueba independiente. Los parámetros implementados para la segmentación de las señales y la configuración inicial propuesta para la CNN 1D se resumen en la Tabla 4.

Tabla 4. Parámetros implementados para la segmentación de las señales y configuración inicial de la CNN 1D.

Elemento	Parámetro implementado o definido
Tipo de señal	ECG monoderivación
Frecuencia de muestreo	Aproximadamente 250 Hz
Segmentación	Ventanas temporales consecutivas de 10 segundos
Tamaño de entrada	Aproximadamente 2.500 muestras por ventana
Canales de entrada	Un canal
Solapamiento	No aplicado
Etiquetas	0 = calmado; 1 = estresado
Número de ventanas	250 ventanas de calma y 250 de estrés; total: 500 ventanas
Distribución de clases	Conjunto balanceado, 50 % por cada clase
Primera capa convolucional	Conv1D con 32 filtros, kernel de 5 y activación ReLU
Primera capa de agrupamiento	MaxPooling1D con tamaño de agrupamiento de 2
Segunda capa convolucional	Conv1D con 64 filtros, kernel de 3 y activación ReLU
Reducción dimensional	GlobalAveragePooling1D
Regularización	Dropout de 0,5
Capa densa	64 neuronas con activación ReLU

Capa de salida	Una neurona con activación sigmoide
Tipo de clasificación	Clasificación binaria entre calma y estrés
Función de pérdida propuesta	Entropía cruzada binaria
Estado del modelo	Arquitectura inicial sin validación independiente por participante o sesión
Métricas de clasificación	No reportadas en esta fase preliminar

Consideraciones éticas y seguridad del prototipo

La fase reportada correspondió a una prueba técnica controlada de prototipado realizada con dos participantes adultos, estudiantes de medicina e integrantes del equipo del proyecto. El propósito fue verificar el funcionamiento del dispositivo, la adquisición de señales ECG, la transmisión inalámbrica y la generación de registros procesables, sin realizar diagnóstico clínico ni intervención terapéutica. Para esta fase preliminar no se contó con aval previo de un comité de ética ni se formalizó un consentimiento informado escrito, condición que se reconoce como una limitación del estudio.

Antes de las pruebas, los participantes recibieron información sobre el procedimiento y aceptaron voluntariamente su participación. Las actividades de cálculo mental y relajación fueron seleccionadas a partir de protocolos reportados en la literatura y se aplicaron durante periodos breves y controlados. Además, las sesiones fueron acompañadas por docentes de la Facultad de Medicina con formación en áreas relacionadas con fisiología y neurociencias, quienes supervisaron el desarrollo de las pruebas y las condiciones generales de seguridad. Estas medidas se adoptaron para reducir el riesgo de malestar; sin embargo, no sustituyen la evaluación formal de un comité de ética.

Los registros fueron codificados por participante, sesión y archivo, sin incluir nombres ni datos directamente identificables en la base utilizada para el análisis. El acceso a la información se restringió al equipo del proyecto y los datos se emplearon exclusivamente con fines académicos y de investigación.

Desde el punto de vista de la seguridad eléctrica, el prototipo operó con una batería recargable de 3,7 V y permaneció desconectado de la red eléctrica durante la adquisición. El sistema se mantuvo como un dispositivo experimental, no médico, y no fue utilizado para diagnóstico cardiológico ni para la toma de decisiones clínicas.

Resultados

Interfaz de adquisición y etiquetado

La Figura 4 muestra la interfaz de adquisición ajustada conceptualmente a los objetivos del estudio. A diferencia de versiones preliminares en las que se empleaba la etiqueta "arritmia", la nomenclatura fue corregida para diferenciar exclusivamente entre condición calmada y condición estresada. Esta modificación es fundamental, porque el estrés no equivale a una arritmia ni el prototipo pretende diagnosticar alteraciones cardiológicas.

La interfaz permite iniciar la captura con una etiqueta supervisada, lo que facilita la construcción de registros organizados para análisis posterior. Esta función reduce el riesgo de etiquetado manual tardío y mejora la trazabilidad de cada sesión.



Figura 4. Interfaz de adquisición y etiquetado ajustada a las clases calmado y estresado.

Señal ECG cruda y evaluación inicial

La Figura 5 presenta un segmento de señal ECG adquirido por el prototipo. Se observa un patrón periódico con picos compatibles con complejos QRS, lo cual permite estimar frecuencia cardíaca mediante la distancia temporal entre picos sucesivos. Este resultado evidencia la capacidad del sistema para capturar actividad cardíaca utilizable en condiciones controladas.

No obstante, la amplitud de la señal cruda no fue interpretada como marcador directo de estrés. La amplitud puede modificarse por contacto de electrodos, impedancia, movimiento, saturación o ubicación anatómica. Por esta razón, los análisis se reorganizaron alrededor de variables fisiológicamente más defendibles, como frecuencia cardíaca, intervalos RR, RMSSD, SDNN y calidad de señal.

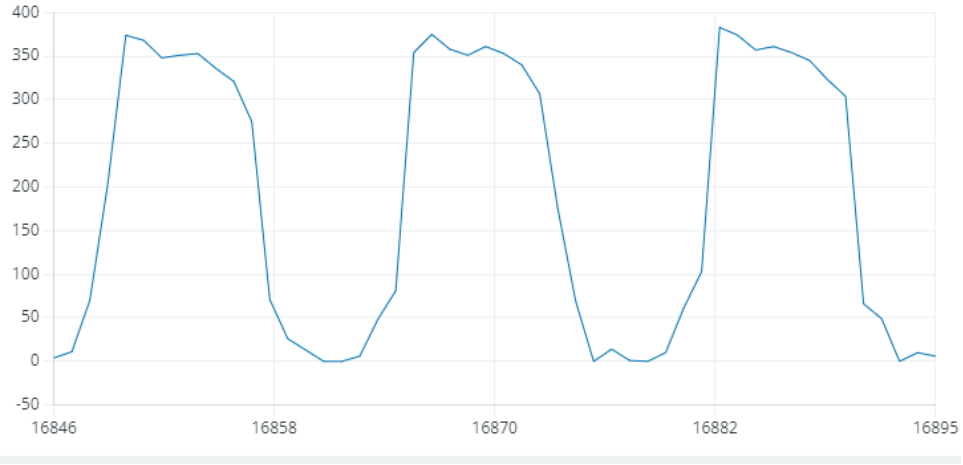


Figura 5. Segmento de señal ECG cruda capturada por el prototipo. La señal permite identificar picos para estimación preliminar de frecuencia cardíaca.

Procesamiento de registros y métricas fisiológicas

Se procesaron diferentes archivos de adquisición provenientes del ESP32, obteniendo 1.568.165 muestras disponibles después de la depuración inicial y una duración acumulada de 110,76 minutos. Después de eliminar duplicados generados por el registro doble de nRF Connect, la frecuencia de muestreo estimada presentó un comportamiento estable, con mediana de 250 Hz.

La duración de los registros osciló entre 1,27 y 15,67 minutos por archivo. La frecuencia cardíaca media estimada se ubicó principalmente entre 81,76 y 102,29 latidos por minuto, con un promedio global entre archivos de 95,98 bpm. Las métricas HRV calculadas a partir de detección de picos mostraron rangos amplios: RMSSD entre 11,77 ms y 660,78 ms, y SDNN entre 26,79 ms y 557,13 ms. Estos valores muestran variabilidad entre sesiones. Aunque los archivos fueron asociados con las condiciones de calma y estrés mediante los autorregistros diarios, el reducido número de participantes y la ausencia de una escala psicométrica validada impiden establecer diferencias concluyentes entre ambas condiciones.

La evaluación de calidad identificó 4 archivos de calidad alta, 3 aceptables y 3 de baja calidad. El registro con peor desempeño alcanzó 69,76 % de muestras saturadas o extremas, mientras que los mejores registros presentaron porcentajes cercanos a cero. En la Figura 6 se visualizan señales ADC de distinta calidad, lo que justifica la necesidad de depuración y exclusión de registros no confiables antes de entrenar cualquier clasificador.

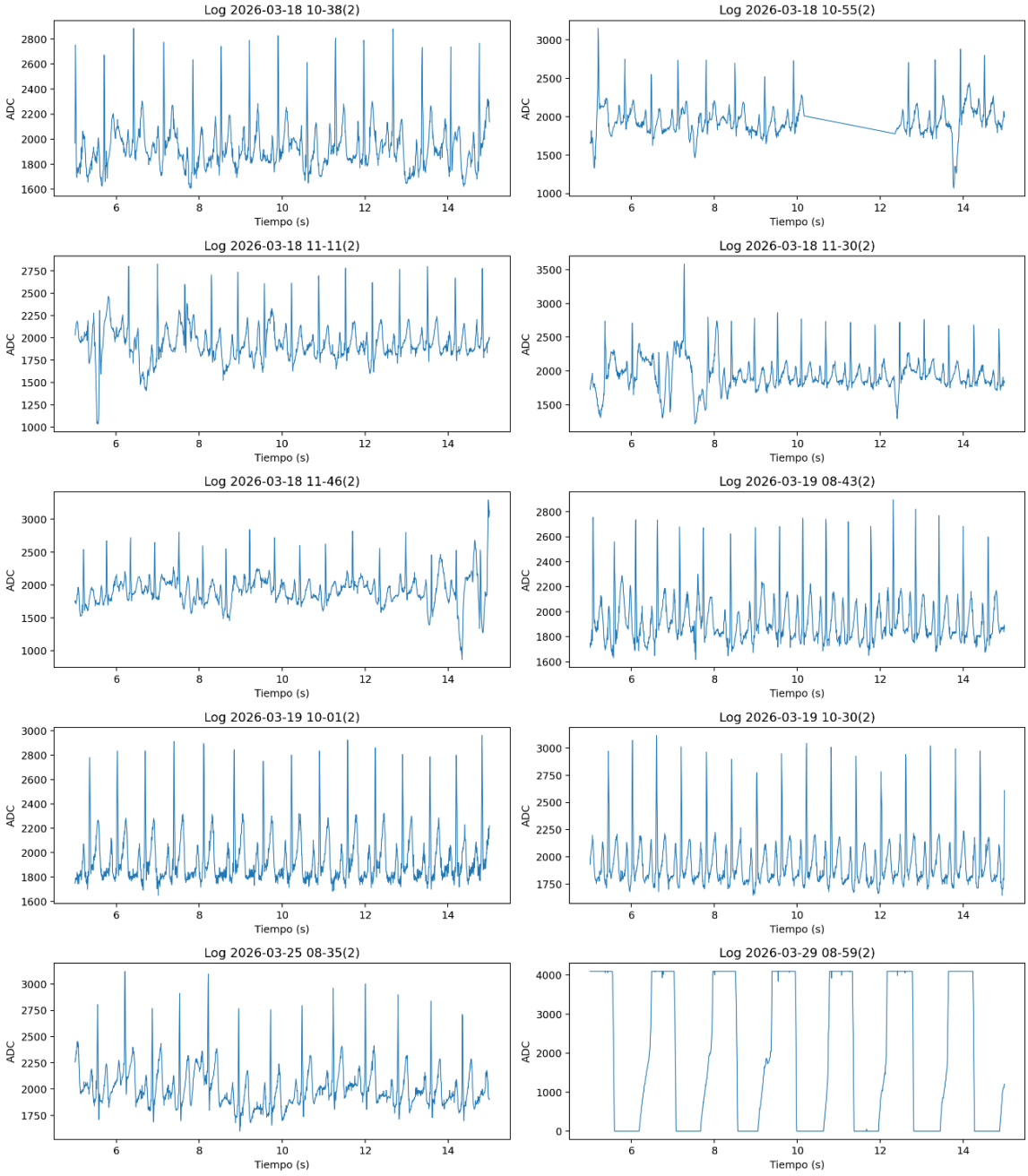


Figura 6. Registros de señal ADC adquiridos con ESP32. Se observan diferencias de estabilidad, presencia de artefactos y saturación entre archivos.

Los principales resultados cuantitativos obtenidos durante el procesamiento preliminar de los registros ECG se resumen en la Tabla 5.

Tabla 5. Resumen cuantitativo del procesamiento preliminar de registros ECG.

Variable	Resultado preliminar	Interpretación
Muestras procesadas después de eliminar duplicados	1.568.165	Volumen de datos disponible después de depuración inicial
Duración acumulada	110,76 min	Tiempo total procesado en registros piloto
Frecuencia de muestreo estimada	Mediana: 250 Hz	Estabilidad temporal suficiente para análisis de FC y HRV exploratoria
Duración por archivo	1,27 a 15,67 min	Heterogeneidad en longitud de registros
FC media por archivo	81,76 a 102,29 bpm; promedio global 95,98 bpm	Variaciones fisiológicas entre sesiones
Calidad alta / aceptable / baja	4 / 3 / 3 archivos	Necesidad de filtrado y exclusión de registros de baja calidad
Mayor saturación observada	69,76 %	Registro no apto para entrenamiento sin depuración
RMSSD	11,77 a 660,78 ms	Variabilidad latido a latido; interpretación condicionada a etiquetas
SDNN	26,79 a 557,13 ms	Variabilidad global; requiere control de calidad y condición experimental

La identificación individual de los archivos procesados, su nivel de calidad, el principal hallazgo observado y el uso recomendado para cada registro se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Identificación de archivos visualizados en la Figura 6 y uso recomendado según calidad de señal.

Archivo o sesión	Calidad de señal	Hallazgo principal	Uso recomendado
Log 2026-03-18 10-38	Alta	Patrón periódico estable y saturación mínima	Análisis exploratorio de FC y HRV
Log 2026-03-18 10-55	Aceptable	Señal interpretable con artefactos moderados	Análisis con revisión manual
Log 2026-03-18 11-11	Aceptable	Señal interpretable con segmentos ruidosos	Análisis con revisión manual
Log 2026-03-18 11-30	Baja	Artefactos y pérdida parcial de información	Excluir del entrenamiento
Log 2026-03-18 11-46	Baja	Saturación y morfología poco confiable	Excluir del entrenamiento
Log 2026-03-19 08-43	Alta	Señal estable con picos identificables	Análisis exploratorio de FC y HRV

Log 2026-03-19 10-01	Alta	Patrón periódico y saturación mínima	Análisis exploratorio de FC y HRV
Log 2026-03-19 10-30	Alta	Señal estable y utilizable	Análisis exploratorio de FC y HRV
Log 2026-03-25 08-35	Aceptable	Artefactos moderados con señal recuperable	Análisis con revisión manual
Log 2026-03-29 08-59	Baja	69,76 % de valores saturados o extremos	Excluir y revisar electrodos y hardware

Los autorregistros diarios permitieron relacionar temporalmente los archivos ECG con los estados de calma y estrés percibido informados por los participantes. A partir de esta correspondencia, las ventanas de 10 segundos conservaron la etiqueta del registro original y se organizó un conjunto balanceado compuesto por 250 ventanas de la condición calmado y 250 ventanas de la condición estresado, para un total de 500 segmentos. Debido al reducido número de participantes, esta distribución se utilizó como base exploratoria y no como evidencia de generalización del modelo.

La adquisición se desarrolló durante un periodo de 15 días, con jornadas de prueba de aproximadamente cuatro a seis horas en las que los dos participantes generaron registros parciales para verificar la colocación de electrodos, la estabilidad de la señal, la transmisión inalámbrica y el funcionamiento general del prototipo. La duración de estas jornadas no corresponde a un registro ECG continuo, sino al periodo total destinado a configuración, adquisición y repetición de pruebas.

En total se procesaron diez archivos, de los cuales cuatro presentaron calidad alta, tres calidad aceptable y tres calidad baja. Los archivos de calidad alta y aceptable se utilizaron para estimar variables fisiológicas de manera exploratoria, mientras que los registros de baja calidad fueron excluidos de cualquier posible entrenamiento supervisado. El conjunto procesado presentó una frecuencia de muestreo estimada cercana a 250 Hz, frecuencia cardíaca media entre 81,76 y 102,29 bpm, RMSSD entre 11,77 y 660,78 ms y SDNN entre 26,79 y 557,13 ms. Este procesamiento se observa en la Figura 7.

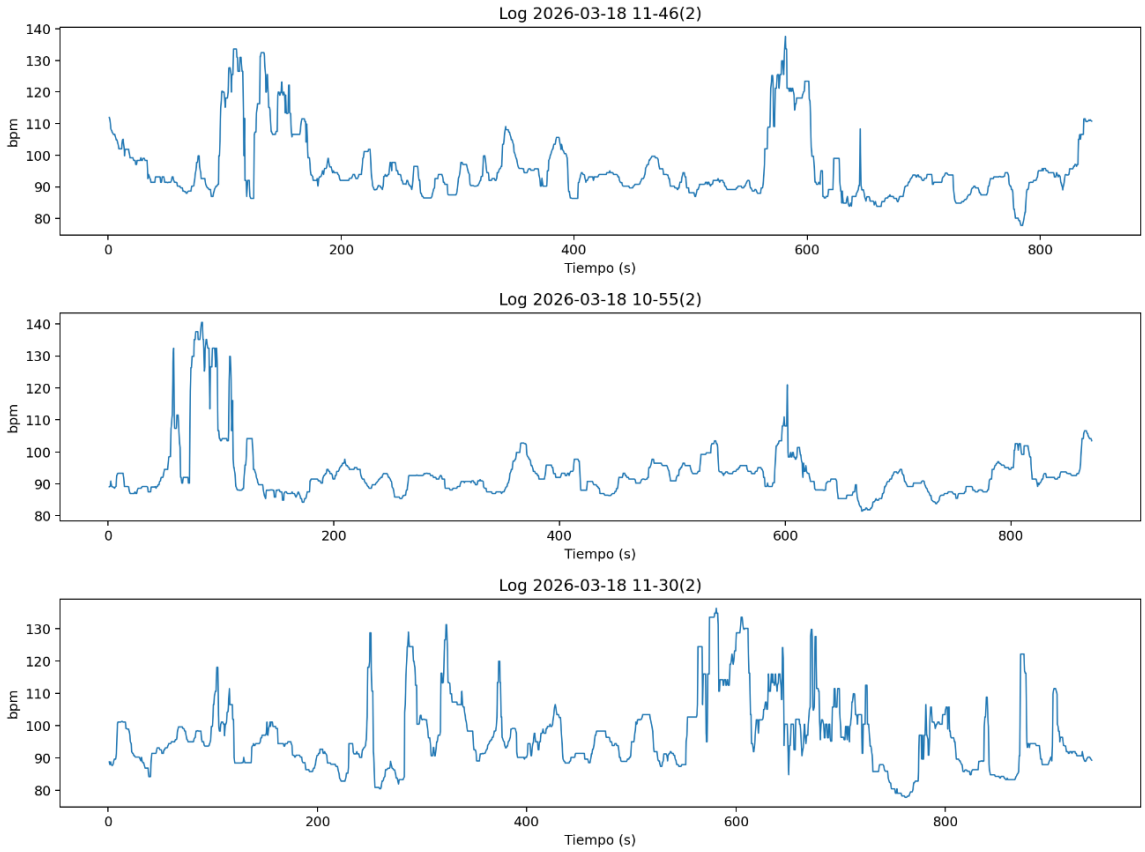


Figura 7. Evolución temporal de la frecuencia cardíaca estimada en registros seleccionados. Las variaciones observadas son útiles para el análisis exploratorio por condición, pero requieren una muestra mayor y control de la variabilidad individual para establecer diferencias concluyentes.

Flujo computacional para clasificación futura

La Figura 8 resume el flujo computacional previsto para la futura clasificación supervisada. La señal se segmenta en ventanas, se normaliza, se codifica con la etiqueta correspondiente y se introduce en una CNN 1D. En esta versión corregida, el modelo se presenta como arquitectura inicial y no como clasificador validado, debido a que todavía no se dispone de partición formal por sujeto, matriz de confusión, sensibilidad, especificidad ni evaluación en datos independientes.

Para sostener una afirmación de clasificación automática será necesario entrenar y evaluar el modelo con un conjunto balanceado de ventanas, separando los registros por participante o por sesión completa. Esta estrategia evita que ventanas del mismo sujeto aparezcan simultáneamente en entrenamiento y prueba, lo cual podría generar sobreestimación del desempeño.

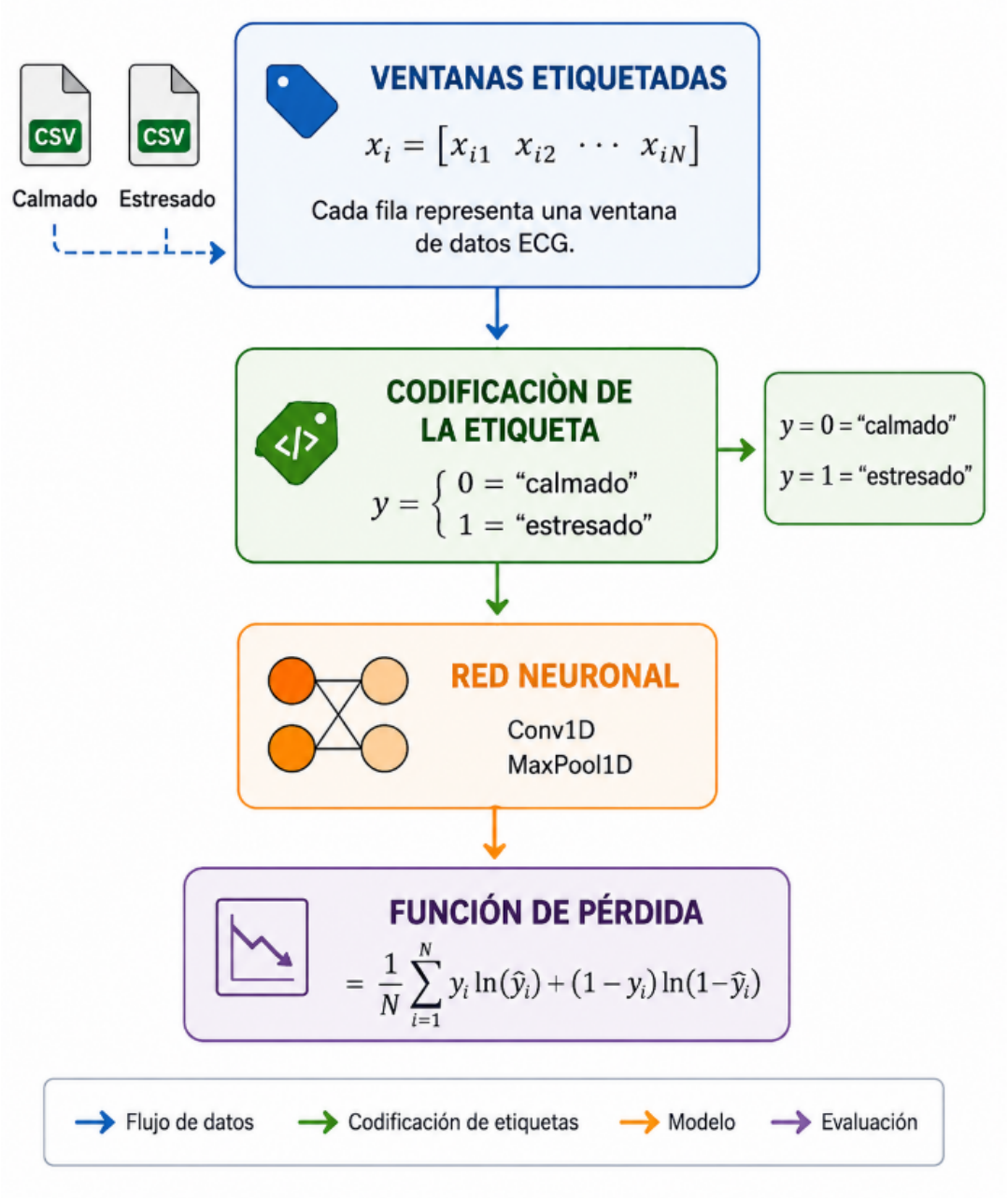


Figura 8. Flujo general propuesto para segmentación, codificación de etiquetas y entrenamiento futuro de una CNN 1D.

Prototipo físico desarrollado

La Figura 9 muestra el prototipo físico desarrollado. Se observa el ESP32 como unidad principal de procesamiento y comunicación, el módulo ECG, el cableado de electrodos, la placa de interconexión y una carcasa portátil para proteger el montaje. El encapsulado permitió mejorar la manipulación durante las pruebas, aunque todavía se requiere una versión con conectores más robustos, protección mecánica, aislamiento adecuado y diseño ergonómico para pruebas prolongadas.

El prototipo demuestra viabilidad técnica como plataforma experimental de bajo costo para adquirir señales ECG y generar registros procesables. Su uso debe mantenerse limitado a investigación y docencia, sin finalidad diagnóstica ni clínica.

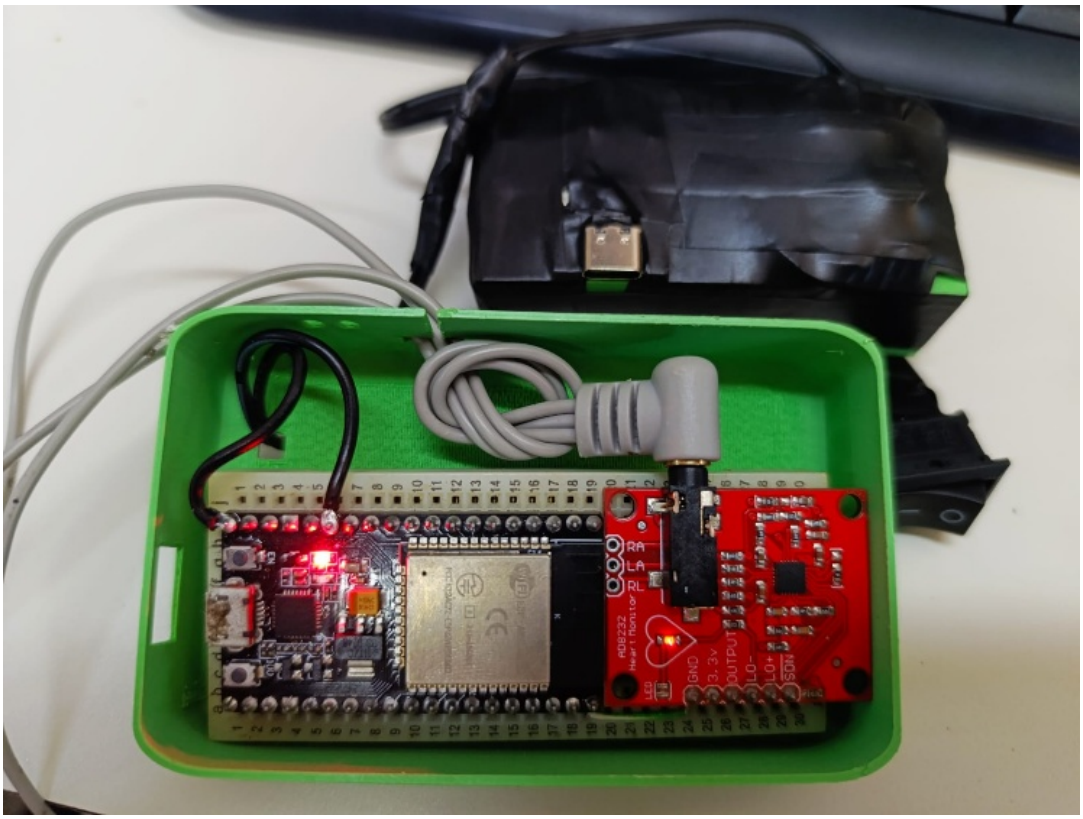


Figura 9. Prototipo electrónico desarrollado para adquisición ECG, integrado por ESP32, módulo sensor ECG, alimentación portátil y carcasa de protección.

Discusión

Los resultados muestran que el prototipo permite adquirir señales ECG reales, almacenarlas y extraer variables fisiológicas básicas. Este hallazgo constituye el aporte tecnológico principal del trabajo. Sin embargo, la evidencia disponible no permite afirmar que el sistema clasifique estrés con desempeño validado. La diferenciación entre desarrollo tecnológico y clasificación automática es fundamental para mantener coherencia entre objetivos, metodología y resultados.

La corrección conceptual más importante fue eliminar la etiqueta "arritmia" del discurso del manuscrito. Una arritmia es una alteración del ritmo cardíaco y no debe utilizarse como sinónimo de estrés. Mantener esa etiqueta podría inducir a pensar que el prototipo diagnostica condiciones cardiológicas, lo cual excede completamente su alcance. Por ello, la nomenclatura adecuada es "calmado" y "estresado", o de forma más técnica "condición basal/relajación" y "condición de estrés inducido".

El análisis de señal también fue reorganizado. En la versión inicial, la discusión se apoyaba demasiado en diferencias de amplitud cruda. Aunque la amplitud puede aportar información exploratoria, no es el indicador más robusto para estrés debido a su sensibilidad a posición de electrodos, impedancia y

movimiento. Por esa razón, la versión ajustada centra los resultados en frecuencia cardíaca, intervalos RR, RMSSD, SDNN y calidad de señal, variables más coherentes con el marco fisiológico de HRV.

El procesamiento de más de 1,5 millones de muestras y la obtención de aproximadamente 111 minutos de registro acumulado evidencian que la arquitectura de adquisición funcionó. No obstante, la presencia de registros de baja calidad, incluida una sesión con 69,76 % de saturación, demuestra que el hardware y el protocolo de colocación de electrodos requieren control riguroso antes de ampliar la muestra. Este aspecto es especialmente importante para modelos de aprendizaje profundo, porque la presencia de artefactos puede ser aprendida erróneamente como característica de clase.

La arquitectura CNN 1D propuesta es pertinente para señales temporales, pero su desempeño no se reporta como resultado definitivo. Para una evaluación formal se requiere dividir los datos en entrenamiento, validación y prueba, reportar métricas completas y evitar fuga de información por ventanas del mismo sujeto. En ausencia de estos elementos, el modelo debe entenderse como componente diseñado para una fase posterior y no como validación del sistema de clasificación.

Limitaciones

La principal limitación del estudio es su carácter preliminar y el reducido tamaño de la muestra, conformada por dos participantes internos. Por tanto, los resultados no pueden generalizarse a población clínica, académica o laboral.

La identificación de las condiciones de calma y estrés se apoyó en autorregistros diarios realizados mediante Google Forms. Aunque estos registros permitieron asociar cada señal con la fecha, hora y estado percibido, el formulario no correspondió a una escala psicométrica validada. Además, las ventanas de 10 segundos fueron balanceadas entre ambas clases, pero procedían de un número limitado de participantes, lo que restringe la evaluación del modelo.

También se presentaron archivos con artefactos y saturación, los cuales fueron excluidos del posible entrenamiento. La arquitectura CNN 1D no cuenta todavía con métricas completas ni validación independiente por participante. Finalmente, el procesamiento, cálculo de HRV y preparación de las ventanas se realizaron fuera de línea, por lo que el prototipo aún no constituye un sistema automático de clasificación del estrés en tiempo real ni una herramienta diagnóstica.

Plan metodológico para una fase futura

Una segunda fase deberá implementar un estudio con una muestra ampliada y claramente caracterizada, conformada por participantes externos al equipo de investigación. Actualmente se encuentra en trámite la presentación del protocolo ante el comité de ética institucional. Una vez obtenido el aval, los participantes recibirán información detallada sobre el estudio y deberán firmar el consentimiento informado antes de iniciar la adquisición. El protocolo también deberá establecer criterios de inclusión y exclusión, registrar variables demográficas básicas, controlar el consumo de estimulantes, la actividad física y los medicamentos, e incorporar una escala breve y validada de estrés percibido antes y después de cada fase experimental.

Desde el punto de vista del procesamiento, se deberá mantener o justificar la segmentación en ventanas consecutivas de 10 segundos, documentar la cantidad de ventanas por participante y condición, establecer los parámetros exactos utilizados para la detección de picos R y aplicar criterios reproducibles para excluir segmentos de baja calidad.

Para evaluar formalmente el modelo, los datos deberán dividirse por participante o sesión completa, evitando que ventanas de un mismo registro aparezcan simultáneamente en los conjuntos de entrenamiento y prueba. Asimismo, deberán reportarse validación cruzada o prueba independiente, matriz de confusión, exactitud, sensibilidad, especificidad, precisión, F1-score y AUC. Esta fase permitirá evaluar el seguimiento fisiológico del estrés en una muestra mayor y determinar el desempeño real de la arquitectura CNN 1D.

Conclusiones

Se desarrolló y evaluó preliminarmente un prototipo wearable de bajo costo para la adquisición, transmisión y procesamiento de señales ECG orientadas al monitoreo fisiológico del estrés. El sistema permitió obtener registros procesables, estimar la frecuencia cardíaca y calcular métricas de variabilidad cardíaca como RMSSD y SDNN.

Durante la fase preliminar se procesaron 1.568.165 muestras, correspondientes a 110,76 minutos de registro acumulado, y se identificaron archivos de calidad alta, aceptable y baja. Asimismo, se generó un conjunto balanceado de 500 ventanas de 10 segundos, compuesto por 250 segmentos de calma y 250 de estrés, cuyas etiquetas fueron complementadas mediante autorregistros diarios.

La arquitectura CNN 1D fue definida como una configuración inicial, pero no fue evaluada mediante una separación independiente por participante ni con métricas formales de clasificación. Por tanto, el estudio demuestra la viabilidad técnica del prototipo, pero no una clasificación automática validada del estrés. Una fase posterior deberá contar con aval ético, consentimiento informado, una muestra ampliada, escalas psicométricas validadas y evaluación independiente del modelo.

Agradecimientos

Esta investigación fue financiada por la Fundación Universitaria San Martín, sede Cali, en el marco de actividades de fortalecimiento de la investigación formativa, innovación educativa y desarrollo tecnológico aplicado a la formación en ciencias de la salud. Los autores agradecen a la Facultad de Ciencias de la Salud de la Fundación Universitaria San Martín, sede Cali, a la Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium – UNICATÓLICA y a la Universidad Santiago de Cali por el apoyo académico e institucional brindado durante el desarrollo del prototipo.

Referencias

Archana, R., & Mukilan, R. (2016). Beneficial effect of preferential music on exercise-induced changes in heart rate variability. Journal of Clinical and Diagnostic Research, 10(5), CC09–CC11. https://doi.org/10.7860/JCDR/2016/18320.7740

Bamert, M., & Inauen, J. (2022). Physiological stress reactivity and recovery: Some laboratory results transfer to daily life. Frontiers in Psychology, 13, 943065. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.943065

Bhattarai, C., Yadav, S. K., & Koirala, S. (2022). IoT based ECG using AD8232 and ESP32. Nepal Journal of Science and Technology, 21(2), 115–121. https://doi.org/10.3126/njst.v21i2.62361

Can, Y. S., Chalabianloo, N., Ekiz, D., & Ersoy, C. (2019). Continuous stress detection using wearable sensors in real life: Algorithmic programming contest case study. Sensors, 19(8), 1849. https://doi.org/10.3390/s19081849

Castaldo, R., Melillo, P., Bracale, U., Caserta, M., Triassi, M., & Pecchia, L. (2015). Acute mental stress assessment via short term HRV analysis in healthy adults: A systematic review with meta-analysis. Biomedical Signal Processing and Control, 18, 370–377. https://doi.org/10.1016/j.bspc.2015.02.012

Castaldo, R., Montesinos, L., Melillo, P., James, C., & Pecchia, L. (2019). Ultra-short term HRV features as surrogates of short term HRV: A case study on mental stress detection in real life. BMC Medical Informatics and Decision Making, 19, 12. https://doi.org/10.1186/s12911-019-0742-y

Chalabianloo, N., Can, Y. S., Umair, M., Sas, C., & Ersoy, C. (2022). Application level performance evaluation of wearable devices for stress classification with explainable AI. Pervasive and Mobile Computing, 87, 101703. https://doi.org/10.1016/j.pmcj.2022.101703

Chanda, M. L., & Levitin, D. J. (2013). The neurochemistry of music. Trends in Cognitive Sciences, 17(4), 179–193. https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.02.007

Cohen, S., Kamarck, T., & Mermelstein, R. (1983). A global measure of perceived stress. Journal of Health and Social Behavior, 24(4), 385–396. https://doi.org/10.2307/2136404

Dimitriev, D. A., Saperova, E. V., Indeykina, O. S., & Dimitriev, A. D. (2019). Heart rate variability in mental stress: The data reveal regression to the mean. Data in Brief, 22, 245–250. https://doi.org/10.1016/j.dib.2018.12.014

Gjoreski, M., Luštrek, M., Gams, M., & Gjoreski, H. (2017). Monitoring stress with a wrist device using context. Journal of Biomedical Informatics, 73, 159–170. https://doi.org/10.1016/j.jbi.2017.08.006

Healey, J. A., & Picard, R. W. (2005). Detecting stress during real-world driving tasks using physiological sensors. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 6(2), 156–166. https://doi.org/10.1109/TITS.2005.848368

Hovsepian, K., Al'absi, M., Ertin, E., Kamarck, T., Nakajima, M., & Kumar, S. (2015). cStress: Towards a gold standard for continuous stress assessment in the mobile environment. Proceedings of the ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing, 493–504. https://doi.org/10.1145/2750858.2807526

Juster, R.-P., McEwen, B. S., & Lupien, S. J. (2010). Allostatic load biomarkers of chronic stress and impact on health and cognition. Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 35(1), 2–16. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2009.10.002

Kiranyaz, S., Avci, O., Abdeljaber, O., Ince, T., Gabbouj, M., & Inman, D. J. (2021). 1D convolutional neural networks and applications: A survey. Mechanical Systems and Signal Processing, 151, 107398. https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2020.107398

Kirschbaum, C., Pirke, K. M., & Hellhammer, D. H. (1993). The Trier Social Stress Test: A tool for investigating psychobiological stress responses in a laboratory setting. Neuropsychobiology, 28(1–2), 76–81. https://doi.org/10.1159/000119004

Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1984). Stress, appraisal, and coping. Springer.

Malik, M., Bigger, J. T., Camm, A. J., Kleiger, R. E., Malliani, A., Moss, A. J., & Schwartz, P. J. (1996). Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. European Heart Journal, 17(3), 354–381. doi: 10.1093/oxfordjournals.eurheartj.a014868

McEwen, B. S. (1998). Protective and damaging effects of stress mediators. New England Journal of Medicine, 338(3), 171–179. https://doi.org/10.1056/NEJM199801153380307

Mejía-Mejía, E., Budidha, K., Abay, T. Y., May, J. M., & Kyriacou, P. A. (2020). Heart rate variability (HRV) and pulse rate variability (PRV) for the assessment of autonomic responses. Frontiers in Physiology, 11, Article 779. https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00779

Nasiri, S., & Khosravani, M. R. (2020). Progress and challenges in fabrication of wearable sensors for health monitoring. Sensors and Actuators A: Physical, 312, 112105. https://doi.org/10.1016/j.sna.2020.112105

Pinge, A., Gad, V., Jaisighani, D., Ghosh, S., & Sen, S. (2024). Detection and monitoring of stress using wearables: A systematic review. Frontiers in Computer Science, 6, 1478851. https://doi.org/10.3389/fcomp.2024.1478851

Salahuddin, L., Cho, J., Jeong, M. G., & Kim, D. (2007). Ultra short term analysis of heart rate variability for monitoring mental stress in mobile settings. Proceedings of the 29th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 4656–4659. https://doi.org/10.1109/IEMBS.2007.4353378

Schmidt, P., Reiss, A., Dürichen, R., Marberger, C., & Van Laerhoven, K. (2018). Introducing WESAD, a multimodal dataset for wearable stress and affect detection. En Proceedings of the 20th ACM International Conference on Multimodal Interaction (pp. 400–408). Association for Computing Machinery. doi:10.1145/3242969.3242985

Serhani, M. A., El Kassabi, H. T., Ismail, H., & Navaz, A. N. (2020). ECG monitoring systems: Review, architecture, processes, and key challenges. Sensors, 20(6), 1796. https://doi.org/10.3390/s20061796

Shaffer, F., & Ginsberg, J. P. (2017). An overview of heart rate variability metrics and norms. Frontiers in Public Health, 5, 258. https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00258

Tzevelekakis, K., Stefanidi, Z., & Margetis, G. (2021). Real-time stress level feedback from raw ECG signals for personalised, context-aware applications using lightweight convolutional neural network architectures. Sensors, 21(23), 7802. https://doi.org/10.3390/s21237802

Zhang, P., Li, F., Zhao, R., Zhou, R., Du, L., Zhao, Z., Chen, X., & Fang, Z. (2021). Real-time psychological stress detection according to ECG using deep learning. Applied Sciences, 11(9), 3838. https://doi.org/10.3390/app11093838

CAPÍTULO 8

Sistema híbrido basado en YOLOV8 y arquitectura en la nube para la detección y clasificación multicategórica de lesiones cutáneas dermatoscópicas

Luis Carlos Rodríguez Timaná[1], Nazly Rocio Hincapie Monsalve[1,2]

[1] Universidad Santiago de Cali USC

[2] Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium UNICATÓLICA

Colombia

Sobre los autores

Luis Carlos Rodríguez Timaná: Ingeniero Electrónico, Magíster en Informática, candidato a Doctor en Ciencias Aplicadas por la Universidad Santiago de Cali y candidato a Doctor en Ingeniería Eléctrica por la Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Docente tiempo completo en la Universidad Santiago de Cali

Correspondencia: luis.rodriguez11@usc.edu.co

Nazly Rocio Hincapie Monsalve: Ingeniera Física, candidata a Doctora en Ciencias Aplicadas por la Universidad Santiago de Cali y candidata a Doctora en Ingeniería Eléctrica por la Universidade Federal do Espírito Santo (Brasil). Docente de la Facultad de Ingeniería en la Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium – UNICATÓLICA.

Gentium UNICATÓLICA.

Correspondencia: nrhincapie@unicatolica.edu.co

Resumen

El cáncer de piel es una de las neoplasias más prevalentes a nivel mundial, lo que ha impulsado el desarrollo de herramientas de apoyo diagnóstico basadas en inteligencia artificial. En este estudio se desarrolló un sistema híbrido para la detección y clasificación multicategórica de lesiones cutáneas dermatoscópicas, utilizando las bases de datos públicas HAM10000 e ISIC2019. Las máscaras de segmentación de HAM10000 fueron convertidas automáticamente en cajas delimitadoras en formato YOLO para entrenar un modelo YOLOv8 orientado a la detección de lesiones. Posteriormente, las imágenes fueron organizadas en nueve categorías clínicas y se entrenó un modelo YOLOv8m preentrenado para clasificación multicategórica, aplicando estrategias de balanceo y aumento de datos. El modelo de detección alcanzó una precisión de 0.9891, sensibilidad de 0.9704, mAP50 de 0.9913 y mAP50-95 de 0.9069. En la clasificación multicategórica, el modelo obtuvo una precisión de 0.8005, sensibilidad de 0.7359, mAP50 de 0.8058 y mAP50-95 de 0.7036. Al excluir la categoría background, se alcanzó una accuracy clínica de 88.50 %, con macro precisión de 84.68 %, macro sensibilidad de 80.33 %, macro F1-score de 82.35 % y macro balanced accuracy de 89.28 %. El sistema fue integrado en una

arquitectura en la nube basada en AWS, permitiendo el procesamiento remoto de imágenes y la generación automática de informes orientativos para el médico de atención primaria. Los resultados evidenciaron la viabilidad técnica del enfoque como herramienta experimental de apoyo al tamizaje, aunque se requiere validación clínica externa antes de su uso en escenarios reales de atención médica.

Palabras Claves: Cáncer de piel; Deep Learning; Clasificación Multicategórica; Inteligencia Artificial Médica; Computación en la Nube.

Hybrid system based on YOLOV8 and cloud architecture for the detection and multicategory classification of dermoscopic skin lesions

Abstract

Skin cancer is one of the most prevalent neoplasms worldwide, which has driven the development of artificial intelligence-based diagnostic support tools. In this study, a hybrid system was developed for the detection and multicategory classification of dermoscopic skin lesions using the public HAM10000 and ISIC2019 datasets. The segmentation masks from HAM10000 were automatically converted into YOLO-format bounding boxes to train a YOLOv8 model aimed at lesion detection. Subsequently, the images were organized into nine clinical categories, and a pretrained YOLOv8m model was trained for multicategory classification, applying class balancing and data augmentation strategies. The detection model achieved a precision of 0.9891, a recall of 0.9704, an mAP50 of 0.9913, and an mAP50-95 of 0.9069. For multicategory classification, the model obtained a precision of 0.8005, a recall of 0.7359, an mAP50 of 0.8058, and an mAP50-95 of 0.7036. After excluding the background category, the model achieved a clinical accuracy of 88.50 %, with a macro precision of 84.68 %, a macro recall of 80.33 %, a macro F1-score of 82.35 %, and a macro balanced accuracy of 89.28 %. The system was integrated into an AWS-based cloud architecture, enabling remote image processing and the automatic generation of preliminary reports to support primary care physicians. The results demonstrated the technical feasibility of the proposed approach as an experimental screening support tool, although external clinical validation is required before its use in real-world healthcare settings.

Keywords: *Skin Cancer, Deep Learning, Multicategory Classification, Medical Artificial Intelligence, Cloud Computing.*

Introducción

El cáncer de piel constituye una de las neoplasias de mayor incidencia a nivel mundial, con un crecimiento sostenido tanto en melanoma como en carcinomas cutáneos no melanoma (American Cancer Society, 2023; Ferlay J et al., 2024; Siegel et al., 2024). Según el Observatorio Global del Cáncer, en 2022 se reportaron 331.722 nuevos casos de melanoma y más de 1,2 millones de casos de cáncer de piel no melanoma, cifras que continúan en aumento y representan un desafío significativo para los

sistemas de salud. Las proyecciones estiman que para 2040 los casos de melanoma podrían incrementarse en aproximadamente un 50 %, lo que refuerza la urgencia de fortalecer estrategias de prevención, diagnóstico temprano y tratamiento oportuno (Arnold et al., 2022).

En el marco de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, el Objetivo de Desarrollo Sostenible 3 (ODS 3) busca garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades (Organización de las Naciones Unidas, 2015). La detección temprana del cáncer y el acceso equitativo a servicios de salud de calidad constituyen metas prioritarias dentro de este objetivo. No obstante, las desigualdades en infraestructura sanitaria, disponibilidad de especialistas y acceso a tecnologías diagnósticas continúan limitando el cumplimiento efectivo de estas metas, especialmente en países de ingresos medios y en regiones rurales o apartadas.

En Colombia, donde habitan aproximadamente 52 millones de personas, la situación es particularmente preocupante. En 2023 se registraron 7.765 casos de melanoma, con un incremento del 27 % respecto al año anterior y una detección temprana que apenas alcanzó el 60,7 %, evidenciando marcadas desigualdades regionales (Cuenta de Alto Costo (CAC), 2023, 2024). La concentración de especialistas en grandes ciudades, con solo 13 dermatólogos oncólogos en el país y el 63 % de los dermatólogos generales ubicados en tres centros urbanos principales, agrava las barreras de acceso para poblaciones rurales, afrodescendientes e indígenas (Gupta et al., 2016; Monroy et al., 2024).

Tradicionalmente, el diagnóstico clínico del cáncer de piel se basa en la inspección visual apoyada en la dermatoscopia y confirmada mediante biopsia. La precisión de este proceso depende en gran medida de la experiencia del dermatólogo y del reconocimiento de patrones adquiridos durante años de formación (Asociación Española Contra el Cáncer, 2021; Barrell, 2023; Hekler et al., 2019; Marín & Ortega, 2014). Sin embargo, la escasez de especialistas, la alta demanda asistencial y la limitada infraestructura incrementan el riesgo de retrasos en la detección temprana, con impacto clínico y económico significativo (Goddard & Smith, 2001; Instituto Nacional de Salud, 2019; Sánchez et al., 2014; Tsao et al., 2004).

En los últimos años, los algoritmos de Deep Learning y los servicios de computación en la nube han mostrado un gran potencial para complementar los procesos diagnósticos, permitiendo analizar imágenes dermatoscópicas y reconocer patrones asociados a lesiones malignas con niveles de desempeño comparables a expertos en tareas específicas (Esteva et al., 2017; Hekler et al., 2024; Koparde et al., 2024; Mevorach et al., 2025). El desarrollo de estos modelos ha sido posible gracias a la disponibilidad de bases de datos públicas como HAM10000, ISIC2019 (Codella et al., 2017; Tschandl et al., 2018), entre otras colecciones (De Faria et al., 2019; *DermIS*, n.d.; Giotis et al., 2015; Hernández-Pérez et al., 2024; Manikandan et al., 2022; Pacheco et al., 2020), que proporcionan imágenes dermatoscópicas con validación clínica y diversidad diagnóstica. No obstante, gran parte de la literatura se centra exclusivamente en la clasificación, asumiendo que la región de interés está previamente delimitada, lo cual introduce una brecha entre el entorno experimental y el flujo clínico real. Asimismo, el desbalance entre clases, la variabilidad visual de las lesiones y la limitada integración en arquitecturas

tecnológicas funcionales y escalables continúan siendo desafíos metodológicos relevantes (Dildar et al., 2021; Karki et al., 2025; Nancy et al., 2022; Naqvi et al., 2023; Wu et al., 2022).

En este contexto, los modelos basados en la arquitectura You Only Look Once (YOLO) han emergido como una alternativa eficiente para integrar en un solo marco la detección y clasificación de lesiones asociadas al cáncer de piel en tiempo real. A diferencia de enfoques tradicionales que separan la localización y la clasificación en etapas independientes, YOLO formula el problema como una regresión directa sobre las coordenadas de las cajas delimitadoras y las probabilidades de clase, lo que reduce la complejidad computacional y mejora la velocidad de inferencia (Murat & Kiran, 2025). Las versiones más recientes, como YOLOv5, YOLOv7 y YOLOv8, han incorporado optimizaciones estructurales y estrategias de entrenamiento que incrementan la precisión sin sacrificar eficiencia, lo que resulta especialmente relevante en aplicaciones médicas donde se requiere equilibrio entre rendimiento diagnóstico y escalabilidad tecnológica (Ragab et al., 2024). En el ámbito específico del cáncer de piel, diversos estudios han demostrado que los modelos YOLO pueden identificar automáticamente regiones sospechosas en imágenes dermatoscópicas y clasificar lesiones malignas como melanoma, carcinoma basocelular y carcinoma escamocelular con resultados prometedores (Aishwarya et al., 2023; Elshahawy et al., 2023; H.-Y. Huang et al., 2023; Koparde et al., 2024; Manoj et al., 2023). Esta capacidad de detección y clasificación en una sola arquitectura contribuye a reducir la brecha entre los entornos experimentales y los flujos clínicos reales, favoreciendo el desarrollo de sistemas integrales de apoyo diagnóstico.

En este contexto, el problema de investigación se fundamenta en la necesidad de diseñar un sistema integral que no solo clasifique lesiones cutáneas, sino que incorpore una etapa previa de detección automática, reduzca el ruido en el conjunto de datos, mitigue el desbalance entre clases y pueda integrarse en una arquitectura tecnológica funcional y escalable. Este problema es relevante en el contexto actual de la investigación en inteligencia artificial aplicada a la salud, alineado con los principios del ODS 3, que promueve soluciones innovadoras orientadas a mejorar el acceso, la calidad y la equidad en los servicios de salud.

Surge así la siguiente pregunta de investigación: ¿Es posible desarrollar e implementar un sistema basado en aprendizaje profundo que combine detección automática y clasificación multicategórica de lesiones cutáneas, optimice la calidad del conjunto de datos y se integre en una infraestructura en la nube capaz de simular un flujo clínico real y contribuir al diagnóstico temprano?

El propósito de este estudio es desarrollar y evaluar un sistema híbrido basado en YOLOv8 para la detección y clasificación multicategórica de lesiones cutáneas a partir de imágenes dermatoscópicas, utilizando bases de datos públicas validadas como HAM10000, ISIC2019, entre otras, e integrarlo en una arquitectura en la nube que permita el procesamiento remoto y la generación automatizada de informes preliminares. Se plantea como hipótesis que la incorporación de una etapa inicial de detección, seguida de un proceso de clasificación balanceado, mejora la consistencia del sistema, fortalece su generalización y favorece su aplicabilidad como herramienta de apoyo en un entorno clínico simulado, contribuyendo así al fortalecimiento de estrategias tecnológicas orientadas a la salud y el bienestar.

Metodología:

El estudio se desarrolló bajo un enfoque experimental aplicado, estructurado en fases secuenciales orientadas a la construcción, entrenamiento, validación e implementación de un sistema híbrido de detección y clasificación de lesiones cutáneas. La metodología fue diseñada para responder al problema de investigación planteado y permitir su reproducibilidad por parte de otros investigadores.

En la primera fase se realizó la selección y preparación del conjunto de datos. Se utilizaron las bases de datos públicas HAM10000, ISIC2019, debido a su validación clínica, diversidad diagnóstica y amplia utilización en estudios previos. Las imágenes fueron descargadas en formato original y sometidas a un proceso de verificación, limpieza y organización por categorías diagnósticas. En el caso de HAM10000, se aprovecharon las máscaras de segmentación disponibles para cada lesión; dichas máscaras fueron transformadas automáticamente en cajas delimitadoras en formato YOLO mediante un script desarrollado en Python, garantizando anotaciones consistentes y reduciendo el sesgo asociado a la delimitación manual.

En la segunda fase se entrenó el modelo de detección. Se empleó la arquitectura YOLOv8, ampliamente reportada en tareas de detección de objetos por su equilibrio entre precisión y eficiencia computacional. El modelo fue entrenado para identificar la presencia o ausencia de lesión en imágenes dermatoscópicas. Se utilizó una división estándar del conjunto de datos en entrenamiento, validación y prueba, y se evaluó el desempeño mediante matriz de confusión, analizando verdaderos positivos, verdaderos negativos, falsos positivos y falsos negativos. Las imágenes en las que no se detectó lesión fueron excluidas del conjunto destinado a la clasificación, con el fin de reducir ruido y mejorar la calidad del dataset posterior.

En la tercera fase se abordó la clasificación multicategórica. Se reorganizaron las imágenes detectadas en nueve categorías clínicas relevantes: melanoma (MEL), nevus (NV), queratosis actínica (AK), carcinoma basocelular (BCC), queratosis benigna (BKL), dermatofibroma (DF), carcinoma escamocelular (SCC), vascular (VASC) y desconocido (UNK). Debido al desbalance significativo entre clases, se aplicaron técnicas de oversampling y aumento de datos (rotación, escalado, variación de brillo y contraste), siguiendo recomendaciones metodológicas reportadas en la literatura.

Para el entrenamiento de la clasificación se utilizó un modelo YOLOv8m preentrenado. El proceso se ejecutó durante 500 épocas, con tamaño de imagen de 960 píxeles, batch size de 16 y optimización sobre una GPU RTX 3090 Ti. Se empleó una partición del 70 % para entrenamiento, 20 % para validación y 10 % para prueba. Durante el entrenamiento se monitorearon métricas de pérdida y precisión, y se generaron matrices de confusión sobre el conjunto de prueba para analizar el comportamiento entre clases visualmente similares.

Adicionalmente, el desempeño de los modelos fue evaluado mediante métricas cuantitativas propias de tareas de detección de objetos, incluyendo precisión, sensibilidad, mAP50 y mAP50-95. Estas métricas permitieron analizar no solo la capacidad del modelo para localizar lesiones cutáneas, sino también su comportamiento en la clasificación multicategórica. La precisión permitió estimar la

proporción de predicciones correctas entre las detecciones realizadas; la sensibilidad permitió valorar la capacidad del modelo para identificar las lesiones presentes; el mAP50 evaluó la precisión media considerando un umbral de intersección sobre unión del 50 %, mientras que el mAP50-95 ofreció una medición más exigente al promediar diferentes umbrales de localización. Esta estrategia de evaluación permitió presentar resultados cuantitativos comparables con estudios previos basados en arquitecturas YOLO aplicadas a imágenes médicas.

En la cuarta fase se implementó la arquitectura en la nube. Se diseñó un flujo de procesamiento utilizando servicios de Amazon Web Services, específicamente API Gateway para la recepción de solicitudes, Amazon S3 para el almacenamiento de imágenes y Amazon EC2 para la ejecución de los modelos entrenados. Esta arquitectura fue seleccionada por su escalabilidad, disponibilidad y compatibilidad con aplicaciones médicas basadas en inteligencia artificial. El sistema permitió recibir una imagen junto con metadata simulada del paciente, procesarla mediante los modelos de detección y clasificación, y generar automáticamente un informe en formato PDF que incluyó la predicción y recomendaciones preliminares.

La metodología adoptada estuvo alineada con el problema de investigación, al integrar detección automática, clasificación multicategórica, estrategias de balanceo de datos y despliegue en la nube en un flujo reproducible. Cada etapa fue documentada con parámetros explícitos de entrenamiento, partición de datos y configuración de infraestructura, permitiendo que el experimento pueda ser replicado o extendido en futuros estudios.

Resultados:

Se recopilaron y prepararon imágenes dermatológicas provenientes de las bases de datos públicas HAM10000 e ISIC2019, seleccionadas por su calidad, validación clínica y diversidad diagnóstica. La Tabla 1 presenta una descripción comparativa de ambas bases de datos.

Característica	HAM10000	ISIC2019
Número de imágenes	10,015	25,331
Validación clínica	Diagnóstico confirmado (incluye confirmación histopatológica en la mayoría de casos)	Etiquetas confirmadas por expertos; incluye diagnósticos histopatológicos
Modalidad de imagen	Dermatoscopia	Dermatoscopia

Tipos de lesiones	7 categorías benignas y malignas	9 categorías, incluyendo **SCC**, **BCC**, melanoma y otras
Incluye máscaras de segmentación	**Sí**	No
Formato original	JPG + máscaras PNG	JPG
Utilidad en este proyecto	Generación de *cajas delimitadoras* para entrenar el modelo de detección	Entrenamiento del modelo de clasificación multicategoría

Tabla 1. Descripción comparativa de las bases de datos utilizadas.

La base de datos HAM10000 fue especialmente valiosa debido a que proporciona máscaras de segmentación para cada lesión, lo que permitió transformar estas máscaras en cajas delimitadoras compatibles con el formato YOLO. Este procedimiento garantizó la extracción precisa de las regiones de interés y la construcción de un conjunto de datos sólido para entrenar el modelo de detección. La Figura 1 ilustra este proceso, mostrando la relación entre la máscara de segmentación original y la generación automática de la caja delimitadora. Esta etapa fue fundamental para obtener anotaciones consistentes y evitar el sesgo que podría introducirse al generar cajas de manera manual.

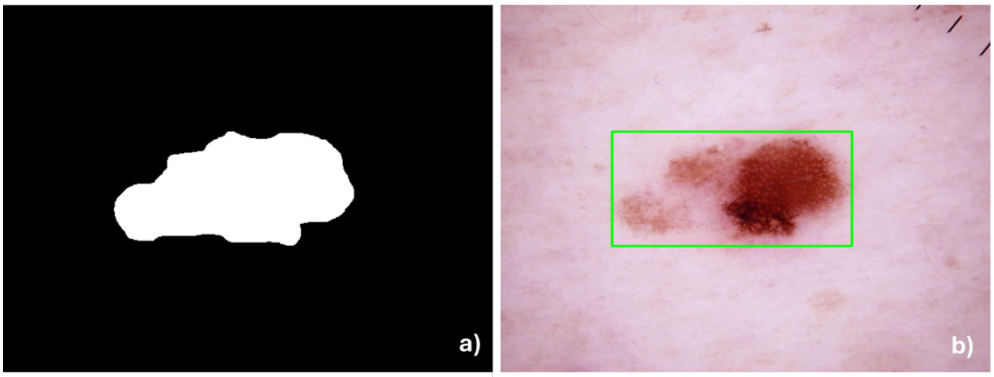


Figura 1. Máscara de segmentación e imagen con caja delimitadora.

Tras la construcción del conjunto de datos para detección, se entrenó un modelo YOLOv8m orientado a identificar la presencia o ausencia de lesiones. La Figura 2 presenta un ejemplo de las predicciones realizadas por el modelo, donde se observan las cajas delimitadoras y la etiqueta correspondiente a la clase “0”, asociada a la presencia de lesión.

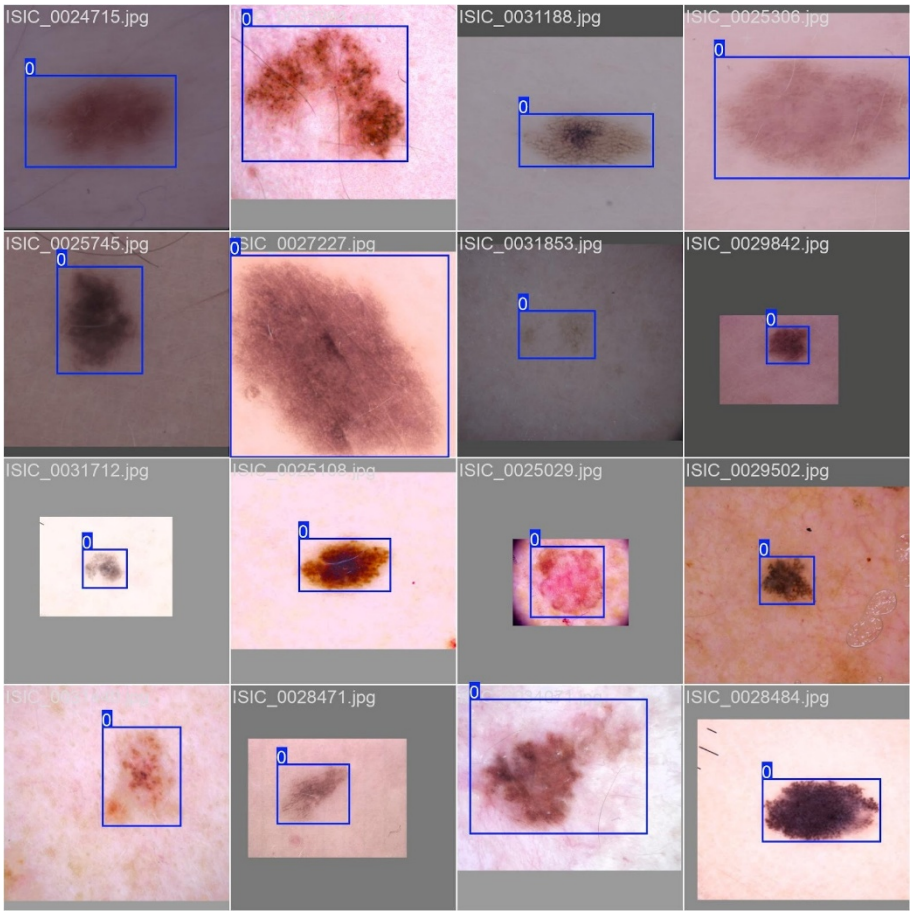


Figura 2. Salida del proceso de entrenamiento con la caja delimitadora y etiqueta asociada.

En esta fase inicial también se generó la matriz de confusión correspondiente al modelo de detección, la cual permitió identificar el comportamiento del modelo frente a verdaderos positivos, verdaderos negativos, falsos positivos y falsos negativos. Esta matriz, presentada en la Figura 3, mostró una alta capacidad del modelo para reconocer imágenes con lesiones, validando la adecuación del proceso de anotación y el uso de HAM10000 como base para la etapa de detección.

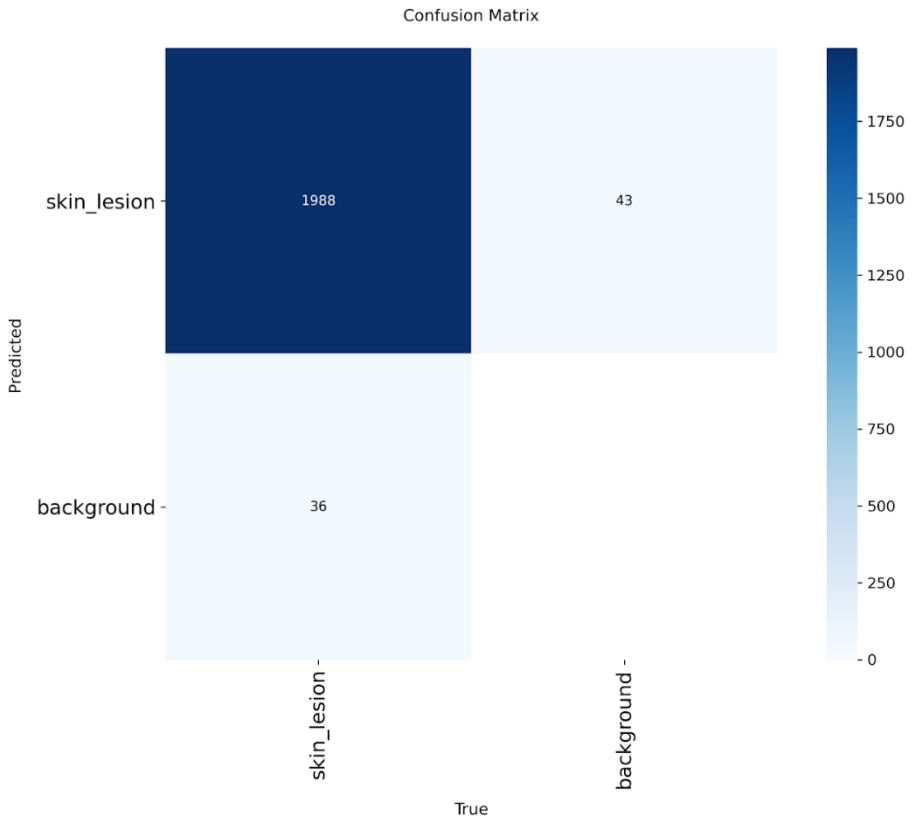


Figura 3. Matriz de confusión del modelo de detección.

El desempeño cuantitativo del modelo de detección confirmó la capacidad del sistema para localizar lesiones cutáneas en imágenes dermatoscópicas. La Tabla 2 presenta las principales métricas obtenidas durante el entrenamiento. Estos valores indican que el modelo logró una alta capacidad de detección de lesiones, con un bajo nivel de omisiones y una adecuada localización de las regiones de interés.

Modelo	Época	Precisión	Sensibilidad	mAP50	mAP50-95
YOLOv8 detección	81	0.9891	0.9704	0.9913	0.9069

Tabla 2. Desempeño cuantitativo del modelo YOLOv8 para detección de lesiones cutáneas.

Estos resultados respaldan el uso de la etapa de detección como filtro inicial dentro del flujo propuesto. La alta precisión sugiere que la mayoría de las lesiones detectadas correspondieron efectivamente a regiones de interés, mientras que la sensibilidad obtenida evidenció que el modelo identificó la mayor parte de las lesiones presentes en el conjunto de validación. De esta manera, la etapa de detección contribuyó a reducir el ruido en el conjunto de datos utilizado posteriormente para la clasificación multicategórica.

Una vez verificada esta etapa y con el fin de evitar ruido y mejorar la calidad del conjunto de datos para la clasificación posterior, se excluyeron las imágenes en las que el modelo no detectó presencia de lesión. Posteriormente, este modelo se aplicó al conjunto ISIC2019 para reorganizar las imágenes en carpetas según la categoría de la lesión: MEL, NV, AK, BCC, BKL, DF, SCC, UNK y VASC, cubriendo así los principales tipos de cáncer de piel. Dado el desbalance significativo entre clases, se aplicaron técnicas de balanceo de datos sobre las categorías con menor representación. Una vez estructurado el dataset, se procedió al entrenamiento del modelo de clasificación multicategórica, utilizando una división del 70% para entrenamiento, 20% para validación y 10% para prueba.

Durante el entrenamiento, se empleó la GPU RTX 3090 TI con los siguientes parámetros: 500 épocas, tamaño de imagen de 960 píxeles, batch size de 16 y utilización de un modelo preentrenado YOLOv8m. El modelo aprendió a clasificar correctamente las imágenes según la categoría asignada, con especial atención a balancear las clases menos representadas mediante técnicas de oversampling y data augmentation. Los resultados del entrenamiento se presentan en la Figura 4, que muestra la evolución de la pérdida y precisión tanto en el conjunto de entrenamiento como de validación.

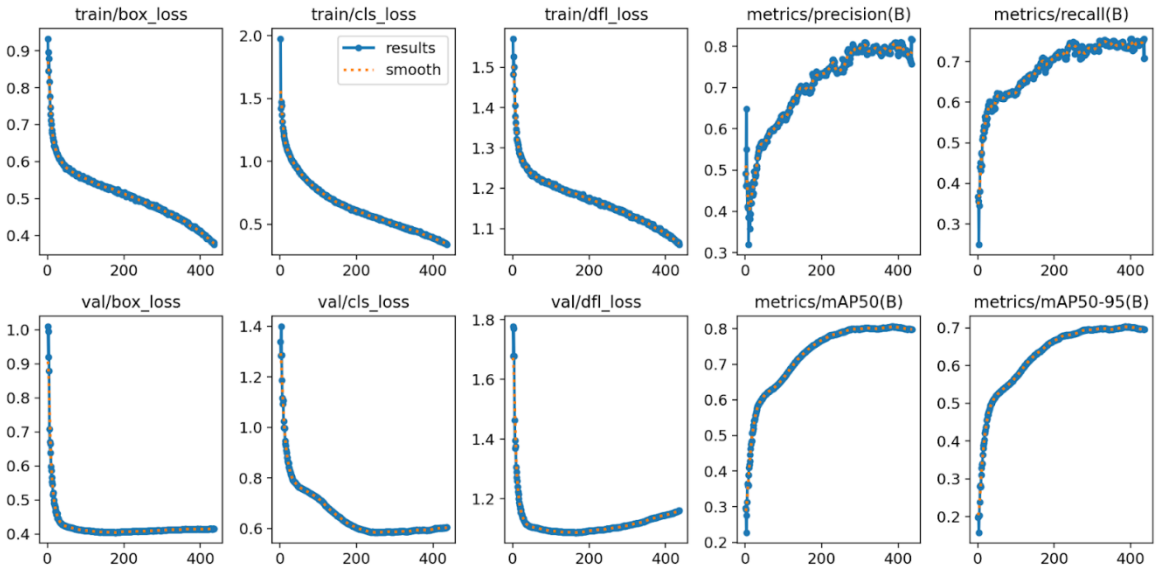


Figura 4. Gráficas de precisión y pérdida del entrenamiento del modelo YOLOv8m con ISIC2019.

Además, la Figura 5 incluye la matriz de confusión obtenida sobre el conjunto de prueba, evidenciando que el modelo distingue correctamente la mayoría de las clases, aunque se observan confusiones entre categorías con características visuales similares.

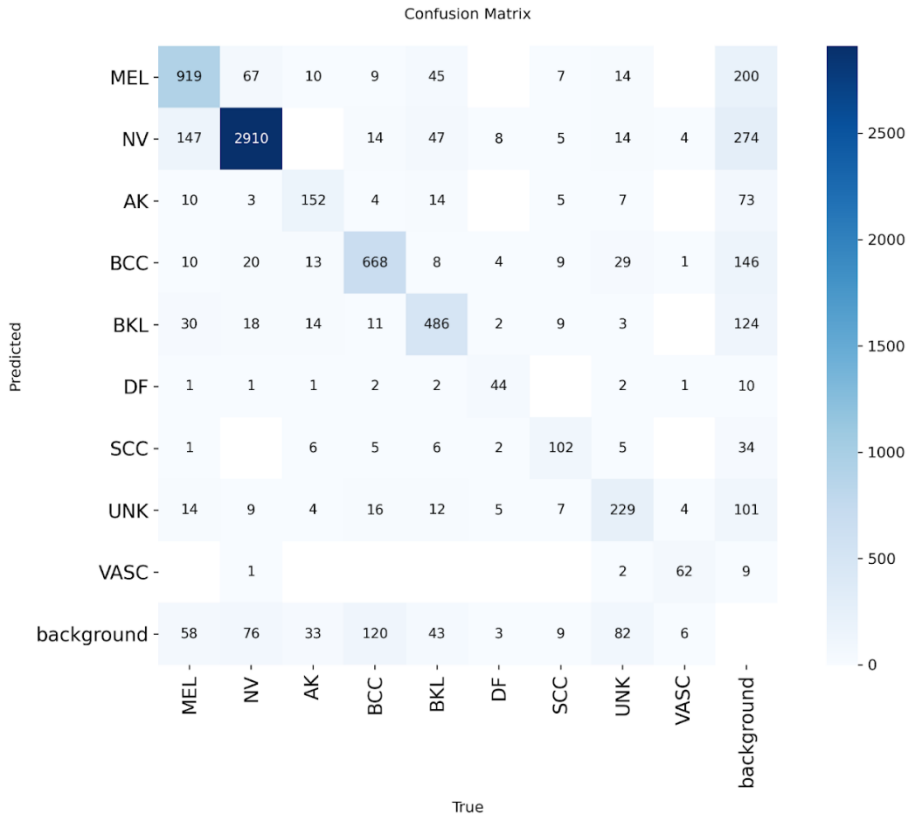


Figura 5. Matriz de confusión del modelo de clasificación multicategórica entrenado con ISIC2019.

El modelo de clasificación multicategórica presentó un desempeño inferior al obtenido en la etapa de detección, lo cual era esperable debido a la mayor complejidad del problema. A diferencia de la detección binaria de presencia de lesión, la clasificación multicategórica exigió discriminar entre nueve categorías clínicas con patrones morfológicos, cromáticos y texturales parcialmente similares. La Tabla 3 resume las principales métricas obtenidas para el modelo YOLOv8m entrenado con ISIC2019.

Modelo	Época	Precisión	Sensibilidad	mAP50	mAP50-95
YOLOv8m clasificación	386	0.8005	0.7359	0.8058	0.7036

Tabla 3. Desempeño cuantitativo del modelo YOLOv8m para clasificación multicategórica con ISIC2019.

Los resultados muestran que el modelo alcanzó una precisión de 0.8005 y una sensibilidad de 0.7359, lo cual evidencia una capacidad aceptable para discriminar entre categorías diagnósticas. El mAP50 de 0.8058 indica un desempeño favorable bajo un criterio de localización moderado, mientras que el mAP50-95 de 0.7036 refleja una reducción del rendimiento cuando se emplean umbrales más estrictos. Este comportamiento sugiere que, aunque el modelo identificó patrones relevantes en las

imágenes dermatoscópicas, todavía existen desafíos asociados a la separación de clases visualmente similares, especialmente en lesiones benignas y malignas con rasgos compartidos.

Adicionalmente, a partir de la matriz de confusión del modelo de clasificación se calcularon métricas clínicas excluyendo la categoría background, con el fin de evaluar el desempeño sobre las nueve categorías diagnósticas de interés. Bajo este criterio, el modelo alcanzó una accuracy clínica de 88.50 %, correspondiente a 5572 predicciones correctas sobre 6296 muestras clínicas evaluadas. No obstante, debido al desbalance entre clases, esta métrica no fue interpretada de manera aislada, ya que categorías con mayor representación, como NV y MEL, pueden influir de forma importante en el resultado global. Por esta razón, se calcularon métricas macro, en las que todas las clases tienen el mismo peso independientemente del número de imágenes por categoría. El modelo obtuvo una macro precisión de 84.68 %, una macro sensibilidad de 80.33 %, un macro F1-score de 82.35 % y una macro balanced accuracy de 89.28 %. Estos valores ofrecen una lectura más equilibrada del desempeño multicategórico, al considerar de manera equivalente tanto las clases mayoritarias como las minoritarias.

Métrica de Evaluación	Valor
Accuracy clínica	88.50 %
Macro precisión	84.68 %
Macro sensibilidad	80.33 %
Macro F1-score	82.35 %
Macro balanced accuracy	89.28 %
F1-score ponderado	88.35 %

Tabla 4. Métricas globales de clasificación considerando únicamente las clases clínicas.

El F1-score ponderado de 88.35 % confirma un desempeño global favorable; sin embargo, debe interpretarse con cautela porque este promedio asigna mayor peso a las clases con mayor soporte. En contraste, el macro F1-score de 82.35 % evidencia de manera más realista las dificultades del modelo en categorías menos representadas o visualmente similares. Por tanto, para este estudio se consideró más apropiado discutir el comportamiento del modelo a partir de las métricas macro y del análisis por clase, complementando la interpretación con la accuracy clínica general.

Finalmente, los resultados obtenidos permitieron organizar las imágenes clasificadas correctamente, como se observa en la Figura 6, y preparar el modelo para su integración en la arquitectura en la nube y en el flujo de generación automática de informes, asegurando que los resultados sean consistentes con las categorías clínicamente relevantes.

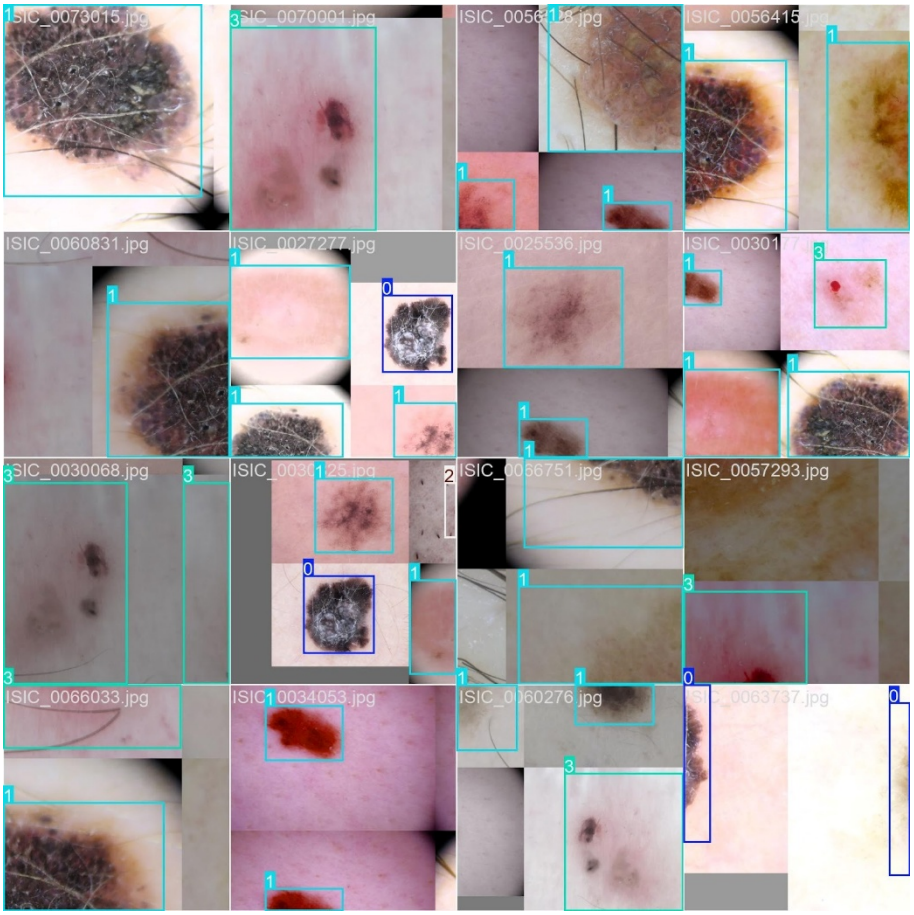


Figura 6. Salida del proceso de entrenamiento de clasificación multicategórica con la caja delimitadora y etiqueta asociada.

Durante la fase de prueba, el modelo de detección YOLOv8 generó cajas delimitadoras sobre las lesiones cutáneas, acompañadas del nivel de confianza de cada predicción. La Figura 7 ilustra ejemplos representativos de imágenes con las cajas delimitadoras y los valores de confianza asignados, demostrando que el sistema identifica correctamente la presencia de lesiones y permite visualizar de manera clara las áreas de interés.

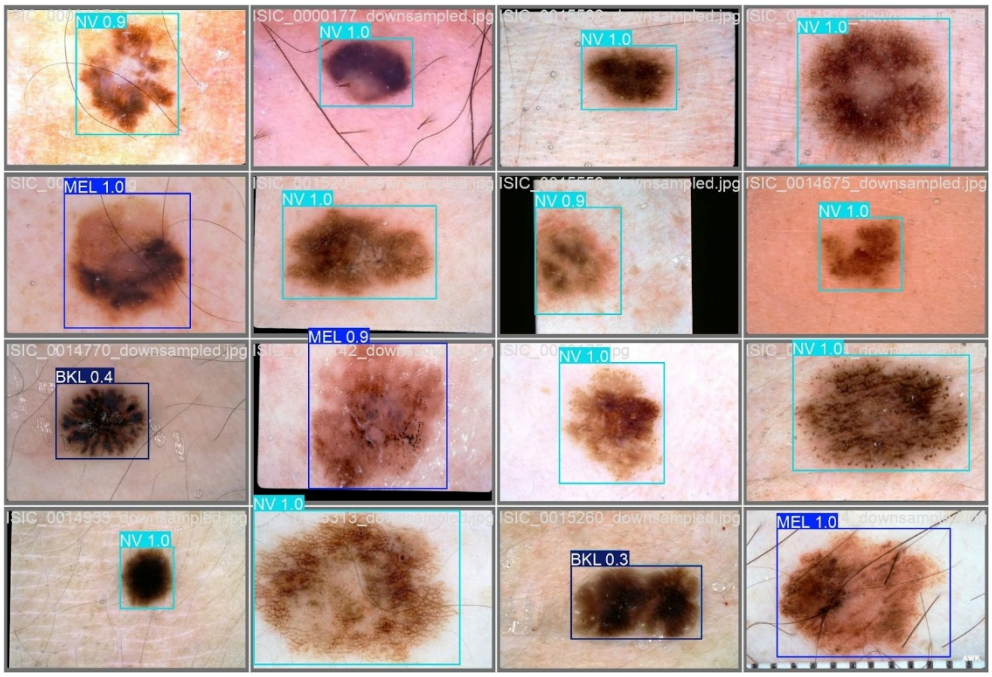


Figura 7. Ejemplos de imágenes del conjunto de validación con cajas delimitadoras y niveles de confianza asignados por el modelo YOLOv8.

La Figura 8 presenta la arquitectura en la nube implementada con AWS, utilizando servicios como API Gateway, S3 y EC2, que permiten almacenar, procesar y devolver los resultados de manera eficiente y segura. El proceso comienza cuando los usuarios envían la imagen de la lesión cutánea junto con su metadata, la cual es recibida por API Gateway. Posteriormente, la imagen se almacena en Amazon S3 y es procesada en una instancia de EC2, donde se ejecutan los modelos entrenados de detección y clasificación de lesiones cutáneas. Este flujo de procesamiento permite que el modelo identifique la presencia de lesiones y las clasifique en distintas categorías de cáncer de piel, como melanoma, carcinoma basocelular y carcinoma de células escamosas.



Figura 8. Arquitectura en la nube y flujo de procesamiento de imágenes.

Para complementar la interpretación de los resultados, el sistema genera automáticamente un informe en PDF que incluye la clasificación de la lesión y orientaciones preliminares de apoyo clínico

dirigidas al médico de atención primaria, proporcionadas por un modelo de lenguaje LLM Gemini 2.0 Flash. Este informe se genera después de que el modelo de DL realiza la predicción, ofreciendo un análisis estructurado que puede ser revisado por profesionales de la salud para validación y seguimiento clínico.



Reporte de Diagnóstico Automático

DermaIA

Nombre del paciente: Juan Pérez
Fecha del análisis: 2025-09-04 15:50:58

Imagen analizada:

Lesión detectada: Dermatofibroma
Confianza del modelo: 0.96
Modelo usado: YOLOv8m entrenado con ISIC2019

Descripción de la Lesión:
El dermatofibroma es una lesión cutánea benigna, de crecimiento lento, que se presenta como una pápula o nódulo firme, de color marrón rojizo o carne, generalmente de pequeño tamaño (menos de 1 cm). Se caracteriza por su consistencia firme y a menudo presenta el signo de "dimpling" (o "hoyuelo") al pellizcarlo. Aunque puede ser estéticamente molesto, no suele ser doloroso ni causar síntomas significativos. Su origen se relaciona con una proliferación de fibroblastos en la dermis.

Nota:

Este resultado corresponde a un análisis automático. Se recomienda la revisión médica especializada para confirmar el diagnóstico.

Figura 9. Ejemplo de informe automático en PDF con la clasificación de la lesión.

Discusión de resultados:

Los resultados obtenidos evidenciaron que la incorporación de una etapa inicial de detección automática mediante YOLOv8 permitió estructurar un flujo más cercano al entorno clínico real, en comparación con enfoques centrados exclusivamente en clasificación. El modelo de detección alcanzó una precisión de 0.9891, sensibilidad de 0.9704, mAP50 de 0.9913 y mAP50-95 de 0.9069, lo que indica una alta capacidad para localizar lesiones cutáneas en imágenes dermatoscópicas. Estos resultados respaldan la pertinencia de convertir las máscaras de segmentación de HAM10000 en cajas delimitadoras, ya que este procedimiento permitió generar anotaciones reproducibles, reducir la dependencia de una delimitación manual y fortalecer la consistencia del conjunto de datos utilizado en la etapa inicial. No obstante, el alto rendimiento de la etapa de detección debe interpretarse dentro del

contexto experimental del estudio, dado que fue evaluado sobre imágenes dermatoscópicas provenientes de bases de datos públicas y no sobre imágenes capturadas en escenarios clínicos reales.

En la etapa de clasificación multicategórica, el modelo YOLOv8m presentó un desempeño inferior al obtenido en la detección, lo cual era esperable debido a la mayor complejidad de discriminar entre nueve categorías clínicas con patrones morfológicos, cromáticos y texturales parcialmente similares. El modelo alcanzó una precisión de 0.8005, sensibilidad de 0.7359, mAP50 de 0.8058 y mAP50-95 de 0.7036. Además, al excluir la categoría background y considerar únicamente las clases clínicas, se obtuvo una exactitud de 88.50 %. Sin embargo, debido al desbalance entre categorías, esta métrica no fue interpretada de manera aislada, ya que clases con mayor representación, como NV y MEL, pueden influir de forma importante en el desempeño global. Por esta razón, se consideraron métricas macro, en las que todas las clases tienen el mismo peso independientemente de su número de imágenes. Bajo este enfoque, el modelo alcanzó una macro precisión de 84.68 %, una macro sensibilidad de 80.33 %, un macro F1-score de 82.35 % y una macro balanced accuracy de 89.28 %. Estos valores ofrecen una lectura más equilibrada del desempeño multicategórico y evidencian que, aunque el modelo logra un comportamiento global favorable, persisten dificultades en categorías menos representadas o con alta similitud visual.

Las matrices de confusión confirmaron la presencia de errores entre clases con características visuales cercanas, particularmente en lesiones benignas y malignas con rasgos pigmentarios compartidos. Este comportamiento coincide con lo reportado en la literatura, donde la similitud interclase, la variabilidad intraclase y el desbalance de los conjuntos de datos se reconocen como factores que afectan la capacidad de generalización de los modelos de aprendizaje profundo aplicados a imágenes dermatológicas. Aunque las estrategias de oversampling y aumento de datos contribuyeron a mitigar parcialmente el desbalance, no eliminaron completamente las diferencias de desempeño entre categorías. En este sentido, el macro F1-score de 82.35 % resulta especialmente relevante, porque permite evidenciar de forma más realista el rendimiento del modelo en clases minoritarias, evitando que el resultado sea dominado por categorías con mayor soporte.

Los hallazgos de este estudio pueden analizarse en relación con investigaciones recientes que han aplicado arquitecturas YOLO al diagnóstico asistido de lesiones cutáneas. Aishwarya et al. evaluaron YOLOv3 y YOLOv4 en nueve clases de cáncer de piel, reportando valores de mAP de 88.03 % y 86.52 %, respectivamente, así como una exactitud cercana al 98 %, precisión de 92.75 %, sensibilidad de 91 % y F1-score de 92 % (Aishwarya et al., 2023). En comparación, el presente trabajo obtuvo en la etapa de detección un mAP50 de 0.9913 y un mAP50-95 de 0.9069, lo que evidencia un desempeño favorable en la localización de lesiones. Sin embargo, en la clasificación multicategórica el mAP50-95 fue de 0.7036, reflejando la dificultad adicional de diferenciar categorías diagnósticas visualmente semejantes bajo criterios más estrictos de evaluación.

Por su parte, Elshahawy et al. propusieron un modelo híbrido YOLOv5-ResNet50 orientado principalmente a melanoma, con valores promedio de precisión de 99.0 %, sensibilidad de 98.6 %, exactitud de 99.5 %, mAP de 98.3 % para IoU 0.5 y mAP de 98.7 % para IoU 0.5:0.95 (Elshahawy et al.,

2023). Aunque estos valores superan los obtenidos en la clasificación multicategórica del presente estudio, debe considerarse que dicho trabajo se enfocó en un conjunto de categorías de HAM10000 y en una arquitectura híbrida centrada en melanoma, mientras que esta investigación integró detección inicial, depuración del conjunto de datos, clasificación en nueve categorías clínicas e implementación en una arquitectura en la nube. Esta diferencia metodológica es importante, dado que el objetivo del presente sistema no se limita a maximizar una métrica aislada, sino a construir un flujo funcional de apoyo que pueda articular procesamiento automatizado, clasificación multicategórica e informe preliminar para el médico de atención primaria.

Otros estudios también permiten contextualizar los resultados alcanzados. Huang et al. emplearon YOLOv5 desde un enfoque basado en imágenes hiperespectrales para clasificar carcinoma basocelular, carcinoma escamocelular y queratosis seborreica; sus resultados mostraron exactitudes similares entre modelos RGB e hiperespectrales, aunque el enfoque hiperespectral mejoró la sensibilidad para carcinoma escamocelular de 0.722 a 0.794, lo que evidencia que la modalidad de imagen puede influir en la discriminación de clases específicas (H. Y. Huang et al., 2023). Más recientemente, Albahli presentó un framework basado en YOLOv8 para detección y segmentación de melanoma con entrenamiento multi-dataset, alcanzando un mAP@0.5 de 98.6 %, Dice de 0.92, IoU de 0.88 y una velocidad de inferencia de 12.5 ms por imagen (Albahli, 2025). Frente a estos antecedentes, el aporte principal del presente estudio no radica únicamente en superar métricas individuales, sino en proponer un sistema híbrido funcional que articula detección, clasificación multicategórica, procesamiento remoto y generación de un informe orientativo dirigido al médico de atención primaria.

Desde una perspectiva tecnológica, la integración del sistema en una arquitectura basada en servicios en la nube demostró la viabilidad de implementar un flujo completo de procesamiento remoto, desde la recepción de la imagen hasta la generación automatizada de un informe en PDF. Esta integración constituye un aporte relevante, dado que muchos estudios previos se concentran en la evaluación experimental del modelo sin considerar su despliegue funcional. En este sentido, la arquitectura propuesta evidenció coherencia operativa y potencial de escalabilidad, alineándose con la necesidad de desarrollar soluciones transferibles a entornos de telemedicina, tamizaje asistido o apoyo a la valoración inicial en contextos con disponibilidad limitada de especialistas.

En relación con el problema de investigación planteado, los resultados sugieren que la combinación de detección automática, clasificación multicategórica y despliegue en la nube constituye un enfoque integral viable. La hipótesis propuesta se respalda parcialmente, en la medida en que la etapa de detección contribuyó a mejorar la consistencia del conjunto de datos y a estructurar un flujo más realista para el procesamiento de imágenes dermatoscópicas. No obstante, persisten desafíos asociados a la diferenciación de clases visualmente similares, al efecto del desbalance entre categorías y a la necesidad de incorporar variables clínicas complementarias que puedan fortalecer la capacidad predictiva del sistema.

Desde el marco del Objetivo de Desarrollo Sostenible 3, los hallazgos refuerzan el potencial de la inteligencia artificial como herramienta de apoyo para ampliar el acceso a procesos de tamizaje y

orientación diagnóstica, especialmente en contextos con limitada disponibilidad de especialistas. Sin embargo, el sistema no reemplaza la evaluación clínica, la valoración dermatológica ni la confirmación histopatológica. Su alcance actual corresponde a un prototipo experimental de apoyo preliminar, orientado a facilitar la priorización de casos y la organización de información para el médico de atención primaria. Por tanto, futuros trabajos deberán centrarse en validaciones multicéntricas, integración de variables clínicas adicionales, evaluación del desempeño en entornos reales de atención en salud y análisis del comportamiento del modelo en poblaciones diversas.

Finalmente, la incorporación de Gemini 2.0 Flash para la generación automática de orientaciones preliminares constituye un componente innovador del sistema, pero también implica desafíos éticos y de seguridad clínica. En este estudio, el modelo de lenguaje no se empleó como herramienta diagnóstica autónoma, sino como un recurso complementario para estructurar un informe de apoyo dirigido al médico de atención primaria. Dicho informe ya incorpora una advertencia explícita en la que se indica que el resultado es orientativo, experimental y sujeto a revisión clínica, aclarando además que no constituye un diagnóstico médico definitivo, no reemplaza la valoración de un dermatólogo, no sustituye pruebas clínicas o histopatológicas y no debe utilizarse como base única para decisiones terapéuticas. Para reducir riesgos, las salidas generadas por Gemini 2.0 Flash se mantienen restringidas mediante instrucciones de seguridad que evitan afirmaciones diagnósticas definitivas, recomendaciones farmacológicas, indicaciones terapéuticas no validadas o conclusiones clínicas sin respaldo profesional. En consecuencia, este componente debe entenderse como una herramienta de apoyo a la decisión clínica y no como un sistema de decisión autónoma, por lo que la responsabilidad clínica permanece siempre en el profesional de salud y cualquier implementación futura deberá cumplir criterios éticos, regulatorios y de seguridad del paciente.

Limitaciones del estudio

El estudio presenta varias limitaciones que deben considerarse para interpretar adecuadamente sus resultados. En primer lugar, los modelos fueron entrenados y evaluados utilizando bases de datos públicas, principalmente HAM10000 e ISIC2019. Aunque estas bases cuentan con validación clínica y son ampliamente utilizadas en investigación, no necesariamente representan toda la variabilidad presente en escenarios clínicos reales, especialmente en términos de condiciones de captura, diversidad poblacional, fototipos de piel, calidad de imagen y distribución geográfica de los pacientes. Asimismo, el sistema no fue evaluado mediante una validación clínica externa, multicéntrica o prospectiva; por tanto, los resultados obtenidos deben entenderse como evidencia experimental y no como una validación diagnóstica definitiva. La ausencia de evaluación con pacientes reales o con imágenes capturadas en instituciones de salud limita la generalización del modelo y exige estudios posteriores con participación de especialistas en dermatología.

En segundo lugar, aunque se aplicaron estrategias de oversampling y aumento de datos para mitigar el desbalance entre clases, este problema no desaparece completamente. Algunas categorías diagnósticas pueden continuar siendo más difíciles de clasificar debido a su menor representación o a su similitud visual con otras lesiones, situación que puede afectar especialmente la sensibilidad de clases

minoritarias y aumentar el riesgo de falsos negativos en categorías clínicamente relevantes. Finalmente, existe el riesgo de sobreajuste asociado al entrenamiento prolongado y al uso de imágenes provenientes de bases públicas con patrones de adquisición relativamente controlados. Por esta razón, futuras investigaciones deberán incluir validación externa, pruebas con imágenes clínicas no vistas, evaluación de robustez ante variaciones de iluminación y resolución, así como análisis específicos de sesgo en diferentes grupos poblacionales.

Conclusiones

El presente estudio permitió desarrollar e implementar un sistema híbrido basado en YOLOv8 para la detección y clasificación multicategórica de lesiones cutáneas a partir de imágenes dermatoscópicas, integrando además una arquitectura en la nube para el procesamiento remoto de imágenes y la generación automatizada de informes preliminares. La incorporación de una etapa inicial de detección automática demostró ser una estrategia pertinente para localizar regiones de interés, reducir ruido en el conjunto de datos y estructurar un flujo experimental más cercano a un escenario de apoyo clínico, en comparación con enfoques centrados únicamente en la clasificación de imágenes previamente delimitadas.

El modelo de detección presentó un desempeño cuantitativo alto, con una precisión de 0.9891, sensibilidad de 0.9704, mAP50 de 0.9913 y mAP50-95 de 0.9069. Estos resultados evidencian que la conversión automática de máscaras de segmentación en cajas delimitadoras fue una estrategia adecuada para entrenar el modelo de localización de lesiones. En la etapa de clasificación multicategórica, el modelo YOLOv8m obtuvo una precisión de 0.8005, sensibilidad de 0.7359, mAP50 de 0.8058 y mAP50-95 de 0.7036. Al excluir la categoría background y considerar únicamente las nueve clases clínicas, se alcanzó una exactitud de 88.50 %, con una macro precisión de 84.68 %, macro sensibilidad de 80.33 %, macro F1-score de 82.35 % y macro balanced accuracy de 89.28 %. Estos resultados muestran un desempeño global favorable, aunque también evidencian dificultades en la discriminación de categorías visualmente similares y en clases con menor representación.

La integración del sistema en una infraestructura basada en servicios en la nube permitió demostrar la viabilidad técnica de un flujo compuesto por recepción de imágenes, almacenamiento, procesamiento mediante modelos de aprendizaje profundo y generación automática de informes orientativos. Este componente aporta valor aplicado al estudio, debido a que aproxima el modelo a una arquitectura funcional para escenarios de telemedicina, tamizaje asistido o apoyo a la valoración inicial por parte del médico de atención primaria. No obstante, el sistema debe entenderse como una herramienta experimental de apoyo a la decisión clínica y no como un mecanismo autónomo de diagnóstico.

Los resultados deben interpretarse con prudencia, debido a que el sistema fue evaluado con bases de datos públicas y no cuenta todavía con validación clínica externa, multicéntrica o prospectiva. Por tanto, no debe considerarse una herramienta diagnóstica definitiva ni un sustituto de la valoración

médica especializada, la evaluación dermatológica o la confirmación histopatológica. Su alcance actual corresponde a un prototipo experimental de apoyo preliminar, cuya utilidad clínica deberá ser validada posteriormente con imágenes reales, poblaciones diversas y participación de profesionales de la salud.

Futuras investigaciones deberán orientarse a fortalecer la generalización del modelo, incorporar variables clínicas complementarias, evaluar el desempeño por subgrupos poblacionales, mejorar la clasificación de clases minoritarias y validar la seguridad del sistema en escenarios reales de atención. Asimismo, el uso de modelos de lenguaje para la generación de informes deberá mantenerse bajo supervisión humana, con advertencias explícitas, trazabilidad de las respuestas y controles éticos y clínicos que garanticen la seguridad del paciente.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por la Dirección General de Investigaciones de la Universidad Santiago de Cali, en el marco de la Convocatoria 01-2026. Se extiende igualmente un agradecimiento especial a la Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium – UNICATÓLICA por su apoyo académico e institucional, así como al grupo de investigación Khimera por su acompañamiento científico y los espacios de articulación interdisciplinaria que contribuyeron al desarrollo del presente estudio.

Referencias:

Aishwarya, N., Manoj Prabhakaran, K., Debebe, F. T., Reddy, M. S. S. A., & Pranavee, P. (2023). Skin Cancer diagnosis with Yolo Deep Neural Network. Procedia Computer Science, 220, 651–658. https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.03.083

Albahli, S. (2025). A Robust YOLOv8-Based Framework for Real-Time Melanoma Detection and Segmentation with Multi-Dataset Training. *Diagnostics 2025, Vol. 15, Page 691*, *15*(6), 691. https://doi.org/10.3390/DIAGNOSTICS15060691

American Cancer Society. (2023). *Estadísticas importantes sobre el cáncer de piel tipo melanoma*. https://www.cancer.org/es/cancer/tipos/cancer-de-piel-tipo-melanoma/acerca/estadisticas-clave.html

Arnold, M., Singh, D., Laversanne, M., Vignat, J., Vaccarella, S., Meheus, F., Cust, A. E., de Vries, E., Whiteman, D. C., & Bray, F. (2022). Global Burden of Cutaneous Melanoma in 2020 and Projections to 2040. *JAMA Dermatology*, *158*(5), 495. https://doi.org/10.1001/jamadermatol.2022.0160

Asociación Española Contra el Cáncer. (2021). *Diagnóstico del Cáncer de Piel*. Asociación Española Contra El Cáncer. https://www.contraelcancer.es/es/todo-sobre-cancer/tipos-cancer/cancer-piel/deteccion-diagnostico

Barrell, A. (2023, June 28). *The ABCDE of skin cancer*. Medical New Todays. https://www.medicalnewstoday.com/articles/abcde-skin-cancer

Codella, N. C. F., Gutman, D., Celebi, M. E., Helba, B., Marchetti, M. A., Dusza, S. W., Kalloo, A., Liopyris, K., Mishra, N., Kittler, H., & Halpern, A. (2017). Skin Lesion Analysis Toward Melanoma

Detection: A Challenge at the 2017 International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI), Hosted by the International Skin Imaging Collaboration (ISIC). *Proceedings - International Symposium on Biomedical Imaging*, *2018-April*, 168–172. https://doi.org/10.1109/ISBI.2018.8363547

Cuenta de Alto Costo (CAC). (2023). *Situación del cáncer en la población adulta atendida en el SGSSS de Colombia 2022*. https://cuentadealtocosto.org/wp-content/uploads/2023/11/libro-cancer-2022.pdf

Cuenta de Alto Costo (CAC). (2024). *Situación del cáncer en la población adulta atendida en el SGSSS de Colombia 2023*. https://cuentadealtocosto.org/publicaciones/situacion-del-cancer-en-la-poblacion-adulta-atendida-en-el-sgsss-de-colombia-2023/

De Faria, S. M. M., Filipe, J. N., Pereira, P. M. M., Tavora, L. M. N., Assuncao, P. A. A., Santos, M. O., Fonseca-Pinto, R., Santiago, F., Dominguez, V., & Henrique, M. (2019). Light Field Image Dataset of Skin Lesions. *Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBS*, 3905–3908. https://doi.org/10.1109/EMBC.2019.8856578

DermIS. (n.d.). Retrieved January 16, 2026, from https://www.dermis.net/dermisroot/pt/home/index.htm

Dildar, M., Akram, S., Irfan, M., Khan, H. U., Ramzan, M., Mahmood, A. R., Alsaiari, S. A., Saeed, A. H. M., Alraddadi, M. O., & Mahnashi, M. H. (2021). Skin Cancer Detection: A Review Using Deep Learning Techniques. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(10), 5479. https://doi.org/10.3390/ijerph18105479

Elshahawy, M., Elnemr, A., Oproescu, M., Schiopu, A.-G., Elgarayhi, A., Elmogy, M. M., & Sallah, M. (2023). Early Melanoma Detection Based on a Hybrid YOLOv5 and ResNet Technique. *Diagnostics*, *13*(17), 2804. https://doi.org/10.3390/diagnostics13172804

Esteva, A., Kuprel, B., Novoa, R. A., Ko, J., Swetter, S. M., Blau, H. M., & Thrun, S. (2017). Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*, *542*(7639), 115–118. https://doi.org/10.1038/nature21056

Ferlay J, Ervik M, Lam F, Laversanne M, Colombet M, Mery L, Piñeros M, Znaor A, Soerjomataram I, & Bray F. (2024). *Global Cancer Observatory: Cancer Today*. International Agency for Research on Cancer. https://gco.iarc.fr/today/en

Giotis, I., Molders, N., Land, S., Biehl, M., Jonkman, M. F., & Petkov, N. (2015). MED-NODE: A computer-assisted melanoma diagnosis system using non-dermoscopic images. *Expert Systems with Applications*, *42*(19), 6578–6585. https://doi.org/10.1016/J.ESWA.2015.04.034

Goddard, M., & Smith, P. (2001). Equity of access to health care services: Theory and evidence from the UK. *Social Science and Medicine*, *53*(9), 1149–1162. https://doi.org/10.1016/S0277-9536(00)00415-9

Gupta, A. K., Bharadwaj, M., & Mehrotra, R. (2016). Skin Cancer Concerns in People of Color: Risk Factors and Prevention. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention : APJCP*, *17*(12), 5257. https://doi.org/10.22034/APJCP.2016.17.12.5257

Hekler, A., Maron, R. C., Haggenmüller, S., Schmitt, M., Wies, C., Utikal, J. S., Meier, F., Hobelsberger, S., Gellrich, F. F., Sergon, M., Hauschild, A., French, L. E., Heinzerling, L., Schlager, J. G., Ghoreschi, K., Schlaak, M., Hilke, F. J., Poch, G., Korsing, S., … Brinker, T. J. (2024). Using multiple real-world dermoscopic photographs of one lesion improves melanoma classification via deep learning. *Journal of the American Academy of Dermatology*, *90*(5), 1028–1031. https://doi.org/10.1016/j.jaad.2023.11.065

Hekler, A., Utikal, J. S., Enk, A. H., Hauschild, A., Weichenthal, M., Maron, R. C., Berking, C., Haferkamp, S., Klode, J., Schadendorf, D., Schilling, B., Holland-Letz, T., Izar, B., von Kalle, C., Fröhling, S., Brinker, T. J., Schmitt, L., Peitsch, W. K., Hoffmann, F., … Thiem, A. (2019). Superior skin cancer classification by the combination of human and artificial intelligence. *European Journal of Cancer*, *120*, 114–121. https://doi.org/10.1016/J.EJCA.2019.07.019

Hernández-Pérez, C., Combalia, M., Podlipnik, S., Codella, N. C. F., Rotemberg, V., Halpern, A. C., Reiter, O., Carrera, C., Barreiro, A., Helba, B., Puig, S., Vilaplana, V., & Malvehy, J. (2024). BCN20000: Dermoscopic Lesions in the Wild. *Scientific Data 2024 11:1*, *11*(1), 641-. https://doi.org/10.1038/s41597-024-03387-w

Huang, H. Y., Hsiao, Y. P., Mukundan, A., Tsao, Y. M., Chang, W. Y., & Wang, H. C. (2023). Classification of Skin Cancer Using Novel Hyperspectral Imaging Engineering via YOLOv5. *Journal of Clinical Medicine*, *12*(3), 1134. https://doi.org/10.3390/JCM12031134/S1

Huang, H.-Y., Hsiao, Y.-P., Mukundan, A., Tsao, Y.-M., Chang, W.-Y., & Wang, H.-C. (2023). Classification of Skin Cancer Using Novel Hyperspectral Imaging Engineering via YOLOv5. *Journal of Clinical Medicine*, *12*(3), 1134. https://doi.org/10.3390/jcm12031134

Instituto Nacional de Salud, O. N. de S. (2019). *Acceso a servicios de salud en Colombia*.

Karki, R., G C, S., Rezazadeh, J., & Khan, A. (2025). Deep Learning for Early Skin Cancer Detection: Combining Segmentation, Augmentation, and Transfer Learning. *Big Data and Cognitive Computing*, *9*(4), 97. https://doi.org/10.3390/bdcc9040097

Koparde, S., Kotwal, J., Deshmukh, S., Adsure, S., Chaudhari, P., & Kimbahune, V. (2024). A conditional generative adversarial networks and Yolov5 Darknet -based skin lesion localization and classification using independent component analysis model. *Informatics in Medicine Unlocked*, *47*, 101515. https://doi.org/10.1016/j.imu.2024.101515

Manikandan, S. P., Karthikeyan, V., & Nalinashini, G. (2022). DermICNet: Efficient Dermoscopic Image Classification Network for Automated Skin Cancer Diagnosis. *Revue d'Intelligence Artificielle*, *36*(5), 801–807. https://doi.org/10.18280/ria.360519

Manoj, S. O., Abirami, K. R., Victor, A., & Arya, M. (2023). Automatic Detection and Categorization of Skin Lesions for Early Diagnosis of Skin Cancer Using YOLO-v3 - DCNN Architecture. *Image Analysis & Stereology*, *42*(2), 101–117. https://doi.org/10.5566/ias.2773

Marín, R. R., & Ortega, B. C. (2014). Fundamentos de dermatoscopia. *Dermatología Cosmética, Médica y Quirúrgica*, *12*(1), 41–46.

Mevorach, L., Farcomeni, A., Pellacani, G., & Cantisani, C. (2025). A Comparison of Skin Lesions' Diagnoses Between AI-Based Image Classification, an Expert Dermatologist, and a Non-Expert. *Diagnostics*, *15*(9), 1115. https://doi.org/10.3390/DIAGNOSTICS15091115

Monroy, E. M. M., López, J. A., Ibargüen, M. Z. T., & Hurtado, J. A. L. (2024). Oferta teórica de especialistas oncólogos en Colombia. *Revista Colombiana de Cancerología*, *28*(2), 89–101. https://doi.org/10.35509/01239015.1033

Murat, A. A., & Kiran, M. S. (2025). A comprehensive review on YOLO versions for object detection. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, *70*, 102161. https://doi.org/10.1016/j.jestch.2025.102161

Nancy, V. A. O., Arya, M. S., & Nitin, N. (2022). Impact of Data Augmentation on Skin Lesion Classification Using Deep Learning. *2022 5th International Conference on Information and Computer Technologies (ICICT)*, 67–72. https://doi.org/10.1109/ICICT55905.2022.00020

Naqvi, M., Gilani, S. Q., Syed, T., Marques, O., & Kim, H.-C. (2023). Skin Cancer Detection Using Deep Learning—A Review. *Diagnostics*, *13*(11), 1911. https://doi.org/10.3390/diagnostics13111911

Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Objetivos y metas de desarrollo sostenible - Desarrollo Sostenible*. Organización de Las Naciones Unidas. https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/

Pacheco, A. G. C., Lima, G. R., Salomão, A. S., Krohling, B., Biral, I. P., de Angelo, G. G., Alves, F. C. R., Esgario, J. G. M., Simora, A. C., Castro, P. B. C., Rodrigues, F. B., Frasson, P. H. L., Krohling, R. A., Knidel, H., Santos, M. C. S., do Espírito Santo, R. B., Macedo, T. L. S. G., Canuto, T. R. P., & de Barros, L. F. S. (2020). PAD-UFES-20: A skin lesion dataset composed of patient data and clinical images collected from smartphones. *Data in Brief*, *32*, 106221. https://doi.org/10.1016/J.DIB.2020.106221

Ragab, M. G., Abdulkadir, S. J., Muneer, A., Alqushaibi, A., Sumiea, E. H., Qureshi, R., Al-Selwi, S. M., & Alhussian, H. (2024). A Comprehensive Systematic Review of YOLO for Medical Object Detection (2018 to 2023). *IEEE Access*, *12*, 57815–57836. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3386826

Sánchez, G., Laza, C., Estupiñán, C., & Estupiñan, L. (2014). Barreras de acceso a los servicios de salud: narrativas de mujeres con cáncer de mama en Colombia. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, *32*(3), 305–313. https://repositorio.fucsalud.edu.co/handle/001/1949

Siegel, R. L., Giaquinto, A. N., & Jemal, A. (2024). Cancer statistics, 2024. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, *74*(1), 12–49. https://doi.org/10.3322/caac.21820

Tsao, H., Atkins, M. B., & Sober, A. J. (2004). Management of Cutaneous Melanoma. *New England Journal of Medicine*, *351*(23), 2461–2461. https://doi.org/10.1056/NEJM200412023512331

Tschandl, P., Rosendahl, C., & Kittler, H. (2018). The HAM10000 dataset, a large collection of multi-source dermatoscopic images of common pigmented skin lesions. *Scientific Data*, *5*(1), 180161. https://doi.org/10.1038/sdata.2018.161

Wu, Y., Chen, B., Zeng, A., Pan, D., Wang, R., & Zhao, S. (2022). Skin Cancer Classification With Deep Learning: A Systematic Review. *Frontiers in Oncology*, *12*, 893972. https://doi.org/10.3389/fonc.2022.893972

SECCIÓN III

Territorio, cultura, innovación y gestión

Introducción a la sección

Hay conocimientos que no pueden comprenderse fuera del territorio en el que nacen. También hay innovaciones que solo adquieren sentido cuando quienes van a utilizarlas pueden apropiarlas sin renunciar a su identidad, sus acuerdos y sus formas de organización. Esta sección se mueve precisamente en esa relación entre conocimiento, cultura, territorio y gestión.

Los dos primeros capítulos se desarrollan en contextos Wayuu, pero se acercan a ellos desde preguntas diferentes. El estudio sobre el ecosistema etnoturístico analiza cómo se incorpora conocimiento externo en procesos de innovación y muestra que la capacidad de aprender no está encerrada en una empresa: se distribuye entre familias, autoridades, organizaciones e instituciones. CAINNEETUR surge de esa lectura como un modelo situado, donde la legitimidad cultural y la autonomía territorial median la innovación.

El capítulo sobre el cementerio ancestral de Bahía Hondita conduce la discusión hacia el derecho y la gobernanza. Allí la memoria no es únicamente recuerdo. El cementerio puede actuar como evidencia de continuidad territorial, como soporte de autoridad y como parte de los procesos de arreglo dentro del sistema normativo Wayuu. El encuentro con el derecho estatal hace visibles tensiones que no pueden resolverse simplemente imponiendo una sola lógica jurídica.

El último trabajo cambia de escenario y entra en una institución educativa de nivel superior para estudiar planificación administrativa y gestión del tiempo. Su aporte es deliberadamente diagnóstico: encuentra asociaciones que sirven para construir una propuesta conceptual, pero deja para una fase posterior la validación con indicadores objetivos de desempeño.

La conexión entre estos capítulos está en la forma en que el conocimiento se organiza y se convierte en decisión. En una comunidad, esa decisión puede depender de acuerdos, memoria y autoridad tradicional. En una organización, puede apoyarse en datos, planificación y modelos de gestión. En ambos casos, transformar exige algo más que disponer de información: hace falta legitimidad, estructura y capacidad para actuar sobre ella.

CAPÍTULO 9

Capacidad de absorción e innovación en el ecosistema etnoturístico Wayuu: un enfoque desde la Teoría Fundamentada

Absorptive capacity and innovation in the Wayuu ethnotourism ecosystem: a Grounded Theory approach

Doris Isabel Acuña Medina*

Universidad de La Guajira, Colombia

ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7658-0679 dorisisabel@uniguajira.edu.co

Piedad Felisinda Gañán Rojo**

Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2596-2591 piedad.ganan@upb.edu.co

*Doctora en Gestión de la Tecnología y la Innovación por la Universidad Pontificia Bolivariana, sede Medellín, Colombia, y magíster en Gestión de la Tecnología por la misma institución. Además, posee una maestría en Desarrollo Empresarial de la Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia; es especialista en Gestión Financiera Sistematizada por la Universidad Libre, sede Barranquilla, Colombia, y administradora de empresas de la Universidad de La Guajira.

Se ha desempeñado como asesora de educación superior y coordinadora de educación continua. Es docente e investigadora de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de La Guajira, en Riohacha, Colombia, vinculada al Grupo de Investigación Cañaguate.

** Docente de la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín (Colombia) con más de 30 años de experiencia en labores de docencia docente a nivel de pregrado y posgrado y de investigación en temas relacionados con diferentes áreas de conocimiento que incluyen la ciencia de los materiales, nanotecnología, las relaciones entre ciencia - ingeniería - sociedad, gestión de la tecnología e innovación, así como en temas de ética y formación en ingeniería.

También ha sido tutor de estudiantes de pregrado y posgrado a nivel de maestría y doctorado en diferentes áreas de conocimiento.

Resumen

Este capítulo explica cómo se configura la capacidad de absorción (CA) para la innovación en el Ecosistema Etnoturístico Wayuu de La Guajira, Colombia. Se empleó un diseño mixto secuencial exploratorio con predominio cualitativo y un componente cuantitativo de alcance descriptivo-exploratorio. Entre octubre de 2018 y octubre de 2019 se realizaron observaciones, conversaciones,

grupos informales de discusión y entrevistas semiestructuradas con 42 participantes de Riohacha (n = 23) y Uribia (n = 19); el análisis constructivista de Teoría Fundamentada produjo 669 citas, un inventario final de 52 etiquetas, nueve grupos y tres categorías. Entre finales de octubre de 2019 y comienzos de marzo de 2020 se encuestó a 90 propietarios o administradores Wayuu mediante un instrumento de 36 ítems; 32 enunciados midieron cuatro dimensiones de CA y tres capacidades combinativas, con coeficientes de consistencia interna reportados entre 0,73 y 0,87. La integración por conexión y presentación conjunta mostró alta presencia de asimilación (90,6 % de acuerdo o totalmente de acuerdo), explotación (94,0 %), coordinación (100 %) y socialización (96,7 %), junto con una brecha en capacidad de sistema (50,0 % de acuerdo o totalmente de acuerdo; 34,1 % en desacuerdo). Los relatos indican que el conocimiento externo se adopta cuando es compatible con saberes ancestrales, acuerdos comunitarios y autonomía territorial. Se propone CAINNEETUR como modelo conceptual emergente: la CA no reside exclusivamente en cada organización, sino que se configura relacionalmente mediante legitimación cultural, redes de actores y aprendizaje situado. El bienestar, la conservación y la competitividad se formulan como proposiciones para validación futura, no como impactos demostrados.

Palabras clave: capacidad de absorción; conocimiento ancestral; innovación; turismo indígena; Teoría Fundamentada; pueblo Wayuu.

Abstract

This chapter explains how absorptive capacity (AC) for innovation is configured in the Wayuu Ethnotourism Ecosystem in La Guajira, Colombia. A qualitative-dominant exploratory sequential mixed-methods design was used, with a descriptive-exploratory quantitative component. Between October 2018 and October 2019, observations, informal conversations, discussion groups and semi-structured interviews were conducted with 42 participants in Riohacha (n = 23) and Uribia (n = 19). Constructivist Grounded Theory analysis produced 669 quotations, a final inventory of 52 labels, nine code groups and three higher-order categories. Between late October 2019 and early March 2020, 90 Wayuu owner-managers completed a 36-item questionnaire; 32 statements measured four AC dimensions and three combinative capabilities with reported Cronbach alpha coefficients between .73 and .87. Integration through connecting and a joint display showed high combined agreement for assimilation (90.6%), exploitation (94.0%), coordination (100%) and socialization (96.7%), alongside a system-capacity gap (50.0% agreement and 34.1% disagreement). Participants' accounts indicate that external knowledge is adopted when compatible with ancestral knowledge, community agreements and territorial autonomy. CAINNEETUR is advanced as an emergent conceptual model in which AC is relationally configured through cultural legitimacy, actor networks and situated learning. Well-being, conservation and competitiveness are framed as propositions for future validation rather than measured impacts.

Keywords: absorptive capacity; ancestral knowledge; innovation; Indigenous tourism; Grounded Theory; Wayuu people.

1. Introducción

El turismo indígena puede generar ingresos, fortalecer la visibilidad territorial y favorecer la transmisión cultural; al mismo tiempo, expone a las comunidades a riesgos de mercantilización, representación externa y asimetrías de poder. Esta tensión resulta especialmente relevante en La Guajira, donde las comunidades Wayuu desarrollan micro y pequeñas iniciativas de alojamiento, gastronomía, artesanías, recorridos y experiencias culturales en un territorio de alta diversidad ecológica y social (Acuña Medina et al., 2019; De la Maza, 2016; Tian et al., 2024; Tucker, 2016).

La capacidad de absorción (CA) ofrece una vía para estudiar cómo las organizaciones reconocen, asimilan, transforman y aprovechan conocimiento externo con fines de innovación (Cohen & Levinthal, 1990; Zahra & George, 2002). Van den Bosch et al. (1999) ampliaron este planteamiento mediante las capacidades combinativas de sistema, coordinación y socialización. No obstante, estos marcos se formularon principalmente desde organizaciones individuales y racionalidades gerenciales donde la eficiencia y la ventaja competitiva ocupan el centro. Esa premisa resulta incompleta cuando el conocimiento, la autoridad y el aprendizaje se distribuyen entre familias, autoridades tradicionales, intermediarios turísticos, instituciones públicas y educativas, visitantes y organizaciones comunitarias.

En el Ecosistema Etnoturístico Wayuu, la incorporación de conocimiento externo no es automática. Su pertinencia se valora frente a los saberes ancestrales, la defensa del territorio, los acuerdos comunitarios y las formas propias de coordinación. El conocimiento ancestral no se trata aquí como un insumo periférico, sino como una estructura epistemológica que define qué puede aprenderse, adaptarse o rechazarse. Esta lectura dialoga con estudios que reclaman reconocer los sistemas indígenas de conocimiento como marcos activos de gobernanza y sostenibilidad, no como recursos decorativos del producto turístico (de Sousa Santos, 2023; Shrestha et al., 2025).

Esta investigación responde a la pregunta ¿cómo se configura la CA para la innovación en las micro y pequeñas organizaciones del Ecosistema Etnoturístico Wayuu? Su propósito es explicitar el recorrido desde los datos hasta el modelo CAINNEETUR —capacidad de absorción para la innovación en el ecosistema etnoturístico—, distinguiendo tres niveles: componentes observados, integración con conceptos teóricos previos y proposiciones todavía no contrastadas. La contribución no consiste en afirmar impactos de desarrollo sostenible, sino en proponer una explicación situada sobre las condiciones culturales y relacionales que median el aprendizaje y la innovación.

1.1. Ecosistema etnoturístico como unidad de análisis

Se entiende por ecosistema etnoturístico el entramado socioterritorial integrado por actores indígenas y no indígenas, prácticas económicas, sociales y ambientales, instituciones formales e informales y flujos de saber ancestral y externo que coevolucionan mediante relaciones de cooperación, negociación y conflicto (Navarro Gamboa et al., 2019). Esta definición se diferencia de la noción de destino porque no se limita a un lugar de consumo; de la noción de sistema turístico porque incorpora explícitamente la legitimidad cultural del conocimiento; y de una red de actores porque incluye territorio, normas, recursos, prácticas y temporalidades.

El desplazamiento de la unidad de análisis desde la empresa aislada hacia el ecosistema permite observar que una ranchería puede adquirir información mediante agencias, turistas o procesos formativos; asimilarla con apoyo de la experiencia colectiva; transformarla según criterios culturales; y explotarla mediante nuevos servicios. La coordinación, por tanto, puede encontrarse fuera de los límites jurídicos de una organización y depender de vínculos comunitarios o interinstitucionales.

2. Metodología

La investigación adoptó un enfoque constructivista y una estrategia de Teoría Fundamentada (TF) con perspectiva etnográfica (Creswell, 2013). Se empleó un diseño mixto secuencial exploratorio con predominio cualitativo y alcance cuantitativo descriptivo-exploratorio (Creswell & Plano Clark, 2007; Hernández-Sampieri & Mendoza Torres, 2018). La fase cualitativa generó las categorías y orientó el instrumento; la fase cuantitativa dimensionó la presencia de las capacidades identificadas; y la integración comparó convergencias, expansiones y tensiones mediante una presentación conjunta (Charmaz, 2006, 2007; Fetters et al., 2013; Guba & Lincoln, 2001). Las dimensiones de Zahra y George (2002) y de Van den Bosch et al. (1999) se utilizaron como conceptos sensibilizadores en la integración posterior, no como una plantilla deductiva aplicada antes de la codificación abierta. La tabla 1 presenta la secuencia y la función de las fases; la figura 1 muestra la arquitectura de trabajo y el punto de integración.

Tabla 1. Secuencia y función de las fases del estudio

Fase	Periodo	Propósito	Procedimiento	Producto
Cualitativa	Oct. 2018-oct. 2019	Comprender prácticas, relaciones y activadores desde las perspectivas de actores	Observación, conversaciones, grupos informales y 42 entrevistas	669 citas; inventario final de 52 etiquetas; 9 grupos; 3 categorías
Conexión	Durante el análisis cualitativo (2018-2019)	Traducir categorías a indicadores culturalmente comprensibles	Comparación constante, memos y revisión de expertos	Instrumento de 36 ítems; 32 enunciados de CA
Cuantitativa	Oct. 2019-mar. 2020	Dimensionar presencia de siete capacidades	Encuesta cara a cara a 90 propietarios/ administradores	Frecuencias, porcentajes y consistencia interna
Integración	Interpretación final	Explicar correspondencias y discrepancias	Matriz conjunta cualitativo-cuantitativa	Componentes de CAINNEETUR y proposiciones

El diseño es secuencial exploratorio porque los resultados cualitativos conectaron con el desarrollo del cuestionario; la integración ocurrió en la interpretación y la construcción del modelo.

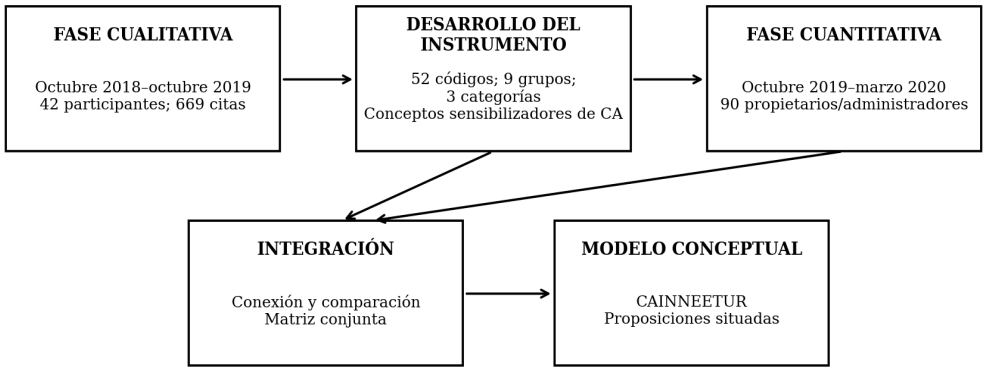


Figura 1. Arquitectura metodológica y punto de integración.

2.1. Espacio, temporalidad y participantes

El trabajo de campo se desarrolló entre el 1 de octubre de 2018 y comienzos de marzo de 2020 en Riohacha y Uribia, La Guajira. La primera inmersión cualitativa ocurrió en Riohacha entre octubre de 2018 y febrero de 2019 y en Uribia entre marzo y agosto de 2019. En septiembre y octubre de 2019 se regresó al campo para comprobar propiedades de las categorías. La encuesta se aplicó en Riohacha entre finales de octubre y diciembre de 2019 y en Uribia entre enero y comienzos de marzo de 2020.

La fase cualitativa incluyó 42 participantes, 23 en Riohacha y 19 en Uribia; 24 pertenecían al pueblo Wayuu (57,1 %), 25 fueron hombres (59,5 %) y 17 mujeres (40,5 %). La selección se inició por bola de nieve con el apoyo de un guía etnoturístico y se amplió mediante muestreo teórico cuando aparecieron vacíos sobre estrategias, comunicación y organización interna. Los criterios operativos, reconstruidos a partir del protocolo, fueron la participación directa en la actividad, el conocimiento situado del ecosistema o la capacidad institucional de intervención. La Tabla 2 cruza tipo de actor, jurisdicción, sexo y pertenencia Wayuu. En el caso de las agencias, los resultados identifican expresamente a VR1 y VU2 como los dos gerentes Wayuu.

Tabla 2. Caracterización cruzada de la muestra cualitativa

Tipo de actor	Riohacha n (F/M)	Uribia n (F/M)	Total	Wayuu n
Propietarios	3 (2/1)	3 (1/2)	6	6
Colaboradores	2 (1/1)	2 (1/1)	4	4
Turistas	2 (1/1)	2 (0/2)	4	0
Guías	2 (0/2)	2 (0/2)	4	4
IES-SENA	2 (1/1)	1 (1/0)	3	0
Gobierno	2 (2/0)	1 (0/1)	3	0
ONG	2 (1/1)	1 (0/1)	3	0

Tipo de actor	Riohacha n (F/M)	Uribia n (F/M)	Total	Wayuu n
Autoridades tradicionales	2 (1/1)	2 (1/1)	4	4
Agencias de viajes	2 (1/1)	2 (1/1)	4	2
Hoteles/hostales	2 (1/1)	2 (0/2)	4	0
Nuevos emprendimientos	2 (1/1)	2 (1/1)	4	4
TOTAL	23 (12/11)	19 (5/14)	42	24

F = femenino; M = masculino. Los conteos Wayuu corresponden a propietarios, colaboradores, guías, autoridades tradicionales, nuevos emprendimientos y un gerente de agencia por jurisdicción.

La fase cuantitativa se dirigió exclusivamente a propietarios o administradores Wayuu de micro y pequeñas organizaciones etnoturísticas. El tamaño objetivo de 90 participantes se calculó sobre un marco de referencia de aproximadamente 135 organizaciones, 95 % de confianza y 6 % de error proyectado. La selección final fue intencional y no probabilística, por lo que dichos parámetros operaron como orientadores y no como garantías inferenciales. La muestra se distribuyó en 14 personas de Riohacha, 9 mujeres y 5 hombres, y 76 de Uribia, 45 mujeres y 31 hombres. Las muestras no fueron completamente independientes: los seis propietarios entrevistados -DR1-DR3 y DU1-DU3- también respondieron la encuesta. En consecuencia, la intersección entre fases fue n = 6, tres participantes por jurisdicción; los otros 84 encuestados no participaron en las entrevistas. Los análisis se mantuvieron separados y la conexión se efectuó en la construcción del instrumento y la interpretación integrada. Esta intersección corresponde a las entrevistas y la encuesta definitiva; no permite establecer el solapamiento entre pilotaje y encuesta. El número de participantes del piloto no se suma al tamaño de la muestra definitiva, reportado como n = 90.

2.2. Producción y análisis de datos cualitativos

Las entrevistas semiestructuradas se adaptaron al rol de cada participante y se realizaron en lugares sugeridos por las fuentes, entre ellos rancherías, instituciones, hoteles, agencias, plazas y restaurantes. Su duración osciló entre 60 y 120 minutos. Las personas Wayuu entrevistadas se comunicaron en español; por ello, no se requirió traducción desde el wayuunaiki. Las entrevistas se registraron en audio y se transcribieron en Word. Los memos de observación, las conversaciones y los grupos informales de discusión realizados en escenarios cotidianos también se incorporaron a ATLAS.ti 8.

Las conversaciones casuales y los grupos informales, conformados por participantes heterogéneos, produjeron intervenciones divergentes sobre la aceptación del etnoturismo, sus beneficios, la participación Wayuu y el manejo de residuos sólidos. Como estas cuestiones no estaban previstas en la primera guía, el instrumento se rediseñó para captar perspectivas disímiles y comunes e incorporó las prácticas medioambientales. La contradicción modificó, por tanto, la producción de datos y amplió la categoría sobre efectos de las prácticas en el ecosistema.

Las dos investigadoras en equipo realizaron el trabajo de campo, la codificación y la revisión conceptual. La consistencia analítica se buscó mediante comparación constante, elaboración de memos, triangulación de fuentes, retorno para saturación y devolución a participantes. La codificación abierta combinó códigos interpretativos e in vivo; posteriormente se fusionaron, dividieron, renombraron y reorganizaron etiquetas para construir grupos y categorías. Las 52 etiquetas resultantes de ese proceso se organizaron en nueve grupos que comprenden prácticas sociales, económicas y medioambientales; relaciones con actores; conocimiento de base; organización y comunicación interna; estrategias; mecanismos de integración social; dimensiones de CA y capacidades combinativas.

La saturación se alcanzó cuando el retorno al campo de septiembre y octubre de 2019 dejó de aportar propiedades nuevas y los casos y categorías mostraron redundancia analítica. Los hallazgos se socializaron en dos sesiones de devolución que incluyeron actores comunitarios, empresariales e institucionales: un propietario, cinco colaboradores, dos representantes de agencias, dos guías y delegados de una IES, el SENA y una ONG, lo que permitió ajustar y confirmar la plausibilidad de la estructura conceptual. Las personas participantes aclararon e incorporaron aspectos desde sus perspectivas y expresaron su beneplácito frente a la estructura de resultados.

2.3. Instrumento cuantitativo y análisis

El cuestionario se estructuró a partir del análisis cualitativo y de los marcos conceptuales de Zahra y George (2002) y Van den Bosch et al. (1999). Comprendió 36 ítems; cuatro preguntas descriptivas sobre formación, experiencia, estacionalidad y medios de información, y 32 enunciados con escala Likert de cinco puntos (1 = totalmente en desacuerdo a 5 = totalmente de acuerdo) para evaluar las dimensiones de CA y las capacidades combinativas. Un panel interdisciplinario de doctores vinculados a la Universidad de La Guajira y la Universidad Pontificia Bolivariana revisó la contextualización, consistencia y factibilidad del instrumento. Antes de la aplicación definitiva se realizó una prueba piloto. Su realización se informa como antecedente del proceso de investigación; sin estimaciones estadísticas del pilotaje ni utilizando esta etapa como evidencia de validación psicométrica independiente. La Tabla 3 sintetiza la escala y el Anexo A reproduce el instrumento aplicado.

Tabla 3. Estructura de la escala de capacidad de absorción y capacidades combinativas

Dimensión	Indicadores	Ítems	α
Adquisición	Ámbito y selección de información	6	0,83
Asimilación	Análisis y comprensión	5	0,86
Transformación	Internalización y asociación	4	0,87
Explotación	Oferta mejorada y rutinas	5	0,77
Sistema	Integración de conocimiento	4	0,83
Coordinación	Organización interna y entorno	4	0,79
Socialización	Interpretación e integración social	4	0,73

Los datos se procesaron en *SPSS Statistics 25* mediante frecuencias, porcentajes y alfa de Cronbach. Las estimaciones consolidadas se calcularon tomando como base el producto de los 90 participantes por el número de ítems de cada dimensión. Los porcentajes de acuerdo integran las categorías de acuerdo y totalmente de acuerdo. Dado el alcance descriptivo y el muestreo no probabilístico, los hallazgos caracterizan patrones del grupo estudiado sin pretensión de generalización poblacional.

2.4. Ética, interculturalidad y reflexividad

La colaboración se solicitó mediante una carta que informó la finalidad exclusivamente académica y el tratamiento confidencial de la información. Antes de la encuesta se entregó al propietario una comunicación en términos sencillos; cuando surgieron dudas, se explicó la razón del estudio y se aclaró el sentido de las preguntas. El contacto con participantes Wayuu fue facilitado por un guía etnoturístico y avalado por las autoridades tradicionales; las entrevistas se realizaron en espacios sugeridos por las fuentes y los informantes se identificaron mediante códigos de rol, jurisdicción y número. Los resultados cualitativos se socializaron como ejercicio de devolución, aclaración y beneplácito.

Las salvaguardas de campo se describen a partir de los registros disponibles. Para la revisión y transparencia editorial se consultaron posteriormente el código de ética de la American Sociological Association (2018), los estándares de divulgación de la American Association for Public Opinion Research (2021) y la Resolución 8430 de 1993 como criterios de contraste; ninguno constituye prueba de evaluación ética previa ni de exención. El protocolo de estudio se fundamentó en acuerdos comunitarios de campo y en el consentimiento informado individual; no se conservó un protocolo escrito de gobernanza de datos. Las gestiones reportadas corresponden exclusivamente a las salvaguardas éticas y de campo implementadas.

La primera autora es docente e investigadora de la Universidad de La Guajira y mantuvo una relación prolongada con actores territoriales; esta proximidad facilitó acceso y comprensión contextual. Se usaron memorandos analíticos, comparación de perspectivas indígenas y no indígenas, revisión tutorial y devolución para hacer visible y contener esa influencia, sin asumir neutralidad absoluta.

3. Resultados

3.1. Del libro de códigos a las categorías

El análisis produjo 669 segmentos codificados y un inventario final de 52 etiquetas agrupadas en nueve familias. La Tabla 4 presenta la versión consolidada.

Tabla 4. Inventario consolidado de códigos por grupo

Grupo	Códigos	Alcance
Prácticas sociales	MCA, ACW, RCW, ASE, DHD, JUS, SWU	Convivencia, acuerdo sobre etnoturismo, respeto, saberes y justicia
Prácticas económicas	AFC, RAW, EMP, EET, EQD, RNC, TRD, FEE, PPU, PIM	Emprendimiento, empleo, recursos, formalización y políticas
Prácticas medioambientales	DRS, GOB, CTE, INF, PDT	Territorio, residuos, infraestructura y gobernanza

Grupo	Códigos	Alcance
Relaciones con actores	CIS, APG, IFE, CSR, IET	Fuentes externas, capital relacional y apoyo institucional
Conocimiento de base	CWA, PTI, ATW, JWE	Identidad, patrimonio, autonomía y juventud
Organización y comunicación	EXP, CAG, CIN, OIN	Experiencia, agremiación y coordinación interna
Estrategias organizacionales	EMT, TEQ, INV, AOR, CRE, UND	Trabajo colectivo, creatividad y acciones de mejora
Integración social	ESE, EXD, ATP, RIC, IDW, EXW	Ecosistema, diferenciación, interculturalidad e identidad
CA y capacidades combinativas	CAP, CAR, CCT, CCO, CCS	CA potencial/realizada; sistema, coordinación y socialización

Los primeros cuatro grupos configuraron la categoría "prácticas socioterritoriales"; los siguientes cuatro formaron "activadores de CA"; y el último reunió las dimensiones de CA y las capacidades combinativas. El tránsito no fue lineal, incidentes contradictorios se compararon, los códigos se reorganizaron y la categoría central se formuló al reconocer que el aprendizaje era producido por el ecosistema y no únicamente por cada empresa.

3.2. Prácticas socioterritoriales: identidad, economía y territorio

Las prácticas sociales y económicas se entrelazaron. Las rancherías no fueron descritas solo como negocios, sino como apuestas familiares y comunitarias donde empleo, transmisión cultural y autonomía se negocian simultáneamente. La adaptación de espacios, gastronomía, artesanías y presentaciones culturales muestra innovación incremental, pero su legitimidad depende de que la transformación no convierta la cultura en un guion externo.

> *"Si dejamos a un lado lo que somos, creo que en un tiempo no va a haber nada que mostrar [...] tengo catorce, casi quince años en esto y todos los días aprendo algo nuevo; voy a un velorio, escucho a los mayores y amplio mi propio conocimiento."*
>
> **Participante propietaria/administradora, Riohacha (DR2); códigos PTI, EXP, SWU, CAP e IFE.**

El territorio apareció como soporte material y normativo de la innovación. La insuficiencia de agua, energía, conectividad, manejo de residuos, vías y acompañamiento institucional restringió la capacidad de incorporar conocimiento. A la vez, los relatos insistieron en que las soluciones debían respetar las decisiones territoriales. Por ello, la infraestructura no es un impacto del modelo, sino una condición contextual que puede habilitar o bloquearlo.

3.3. Activadores: legitimación, redes y organización

Las fuentes externas más recurrentes fueron agencias de viajes, hoteles, turistas, guías, IES, SENA, entidades públicas e internet. Sin embargo, su sola presencia no produjo aprendizaje; los actores

seleccionaron la información que podían traducir a la práctica sin vulnerar autonomía, patrimonio o acuerdos comunitarios. La legitimación cultural opera así como filtro entre adquisición y asimilación.

> *"Si nosotros estamos en un resguardo indígena, ¿por qué no hacemos nuestro propio código de convivencia? [...] el acuerdo comunitario nos unió: contiene normas, defensa territorial, conservación y reglas para relacionarnos con instituciones."*
>
> **Participante propietaria/administradora, Uribia (DU1); códigos ACW, CAG, TEQ, RCW e IDW.**

Las redes con intermediarios funcionaron como canales de información y codiseño. Las agencias compararon expectativas de visitantes con posibilidades comunitarias; los negocios adaptaron servicios sin replicar mecánicamente estándares hoteleros. Esta relación fue descrita como negociación y aprendizaje recíproco.

> *"Nosotros los hemos ido adaptando y ellos también han ido mejorando [...] es otro tipo de vivencia. En la construcción de los paquetes etnoturísticos ellos son fundamentales porque van diciendo qué puede hacerse y qué puede mostrarse."*
>
> **Participante de agencia de viajes, Riohacha (VR2); códigos IFE, CSR, RIC, CAP y CAR.**

La organización interna, la comunicación, la experiencia y el trabajo en equipo fueron descritos como activadores. La formalización incompleta y la discontinuidad institucional aparecieron como límites reiterados. Sin atribuir causalidad, los relatos permiten interpretar que la CA y las capacidades combinativas se fortalecen cuando existen relaciones de confianza y acompañamiento sostenido.

Un patrón disconfirmante matizó la lectura de cooperación. Mientras algunos representantes gubernamentales describieron capacitaciones, ruedas de negocios y apoyo institucional, propietarios Wayuu y actores de IES-SENA caracterizaron ese acompañamiento como discontinuo e insuficiente. La tensión impidió representar el ecosistema como una red armónica y orientó la interpretación de la capacidad de sistema como la principal brecha; las reglas comunitarias y las relaciones informales sostienen el aprendizaje, pero no sustituyen políticas, procedimientos y compromisos institucionales estables.

3.4. Resultados cuantitativos por dimensión

El apoyo cuantitativo exploratorio muestra un perfil desigual. Asimilación, explotación, coordinación y socialización obtuvieron altos porcentajes combinados de acuerdo. Adquisición y transformación se ubicaron en niveles intermedios, mientras la capacidad de sistema concentró la principal brecha. Estos resultados no validan por sí solos el modelo; dimensionan patrones agregados que convergen o tensionan las categorías cualitativas.

Tabla 5. Distribución sintética de respuestas por dimensión

Dimensión	TA	A	TA + A	Lectura descriptiva
Adquisición	26,1 %	46,7 %	72,8 %	Acceso presente, pero desigual; selección de fuentes externas

Dimensión	TA	A	TA + A	Lectura descriptiva
Asimilación	55,3 %	35,3 %	90,6 %	Alta comprensión e interpretación de información útil
Transformación	26,7 %	44,1 %	70,8 %	Adaptación cultural presente con tensiones en internalización
Explotación	35,3 %	58,7 %	94,0 %	Mejoras y rutinas aplicadas en productos y servicios
Sistema	25,0 %	25,0 %	50,0 %	Principal debilidad: procedimientos y apoyo institucional
Coordinación	60,0 %	40,0 %	100 %	Organización interna y con aliados ampliamente reconocida
Socialización	73,3 %	23,4 %	96,7 %	Ideología compartida e integración social

TA = totalmente de acuerdo; A = de acuerdo. En capacidad de sistema, 15,9 % fue neutral y 34,1 % estuvo en desacuerdo o totalmente en desacuerdo. Los porcentajes de la Tabla 5 se calcularon sobre respuestas agregadas a los ítems de cada dimensión. La Tabla 6 recupera las cinco categorías de respuesta en el nivel de indicador.

Tabla 6. Distribución de respuestas por indicador y categoría

Dimensión	Indicador	TA %	A %	NN %	D %	TD %
Adquisición	Ámbito para nuevos aprendizajes	35,6	62,2	2,2	0,0	0,0
Adquisición	Selección de información	16,7	31,1	21,1	22,2	8,9
Asimilación	Analizar información	51,1	33,3	12,2	3,3	0,0
Asimilación	Comprender información útil	61,7	38,3	0,0	0,0	0,0
Transformación	Internalización de aprendizajes	23,3	31,7	10,0	28,3	6,7
Transformación	Asociación de aprendizajes	30,0	56,7	0,0	0,0	13,3
Explotación	Oferta nueva o mejorada	33,3	61,1	4,4	1,1	0,0
Explotación	Rutinas sistemáticas	38,3	55,0	5,0	1,7	0,0
Sistema	Mecanismos de integración	6,7	6,7	28,2	41,7	16,7
Sistema	Integración de conocimiento explícito	43,3	43,3	3,3	10,0	0,0
Coordinación	Organización interna	48,3	51,7	0,0	0,0	0,0
Coordinación	Organización en el entorno	71,7	28,3	0,0	0,0	0,0
Socialización	Interpretación de la realidad	58,3	35,0	6,7	0,0	0,0

Dimensión	Indicador	TA %	A %	NN %	D %	TD %
Socialización	Integración social ecosistémica	88,3	11,7	0,0	0,0	0,0

TA = totalmente de acuerdo; A = de acuerdo; NN = ni de acuerdo ni en desacuerdo; D = desacuerdo; TD = totalmente en desacuerdo. Los porcentajes son agregados por indicador y no equivalen a una matriz por ítem.

3.5. Integración de métodos y trazabilidad del modelo

La integración se realizó por conexión -las categorías cualitativas informaron el instrumento- y por comparación en una matriz conjunta, con alcance interpretativo y descriptivo. La convergencia más clara se observó entre los relatos sobre cooperación y los resultados de coordinación y socialización. La tensión principal apareció en capacidad de sistema: aunque existen acuerdos comunitarios y redes informales, faltan procedimientos codificados, políticas continuas y apoyo institucional estable.

Tabla 7. Presentación conjunta cualitativo-cuantitativa

Hallazgo	Evidencia cualitativa	Resultado cuantitativo	Meta-inferencia	Componente
Legitimidad cultural	DR2 y DU1: los mayores, el patrimonio y el acuerdo comunitario orientan lo que puede incorporarse	Asimilación: 90,6 %; socialización: 96,7 %	El conocimiento ancestral media la interpretación colectiva	Mediación cultural
Acceso a conocimiento	Agencias, turistas, internet e instituciones son fuentes, pero el acceso rural es discontinuo	Adquisición: 72,8 %	La exposición externa es necesaria pero no suficiente	Fuentes y activadores
Adaptación situada	VR2: los servicios se ajustan mediante negociación, no por copia de estándares	Transformación: 70,8 %	El nuevo conocimiento se combina con prácticas y límites culturales	Apropiación selectiva
Aplicación	Mejoras en atención, paquetes, promoción y uso de tecnologías	Explotación: 94,0 %	Las adaptaciones se traducen en rutinas y ofertas mejoradas	CA realizada
Gobernanza formal	Relatos reiteran discontinuidad gubernamental y falta de procedimientos	Sistema: 50,0 % de acuerdo; 34,1 % en desacuerdo	Las reglas comunitarias compensan parcialmente la debilidad institucional	Brecha de sistema
Coordinación ecosistémica	HU2 y VR2 describen acompañamiento, alianzas y responsabilidades compartidas	Coordinación: 100 %; socialización: 96,7 %	La CA se distribuye entre actores y relaciones	Unidad ecosistémica

La meta-inferencia interpreta correspondencias dentro de la muestra; no establece causalidad ni impactos longitudinales.

Tabla 8. Trazabilidad desde incidentes hasta componentes de CAINNEETUR

Incidente	Códigos	Grupo	Categoría	Integración teórica	CAINNEETUR
"Escuchar a los mayores" y aprender de estudios externos	SWU, PTI, IFE, CAP	Conocimiento de base	Activadores	Zahra & George: adquisición/ asimilación	Filtro de legitimidad cultural
Acuerdo comunitario para convivencia, territorio e instituciones	ACW, CAG, TEQ, RCW	Prácticas sociales / organización	Prácticas + activadores	Van den Bosch: coordinación/ socialización	Gobernanza comunitaria
Agencias y rancherías adaptan conjuntamente paquetes	CSR, RIC, CAP, CAR	Relaciones / integración social	Activadores + dimensiones	CA potencial y realizada	Apropiación selectiva
Falta de acompañamiento continuo y reglas formales	APG, PPU, INF, CCT	Relaciones / capacidades	Prácticas + dimensiones	Capacidad de sistema	Brecha institucional

Los conceptos teóricos se incorporaron después de la codificación abierta como capa interpretativa. Esta separación evita presentar como emergentes categorías que provienen de marcos previos.

3.6. Modelo CAINNEETUR

CAINNEETUR se define como un modelo conceptual emergente que representa la configuración de la Capacidad de Absorción para la Innovación en el Ecosistema Etnoturístico. Propone que la adquisición, asimilación, transformación y explotación de conocimiento se articulan con capacidades de sistema, coordinación y socialización, pero son mediadas por legitimidad comunitaria, saber ancestral, relaciones interculturales y autonomía territorial.

El modelo diferencia evidencia e inferencia. Son componentes observados las prácticas, los activadores, las dimensiones de CA y capacidades combinativas, los aprendizajes y las adaptaciones descritas. La articulación de esos componentes en una explicación ecosistémica es una inferencia conceptual sustentada por la matriz conjunta. La competitividad territorial, el bienestar, la inclusión, la conservación cultural y ambiental y el desarrollo sostenible son resultados propuestos; no fueron medidos longitudinalmente y deben tratarse como hipótesis de aplicación.

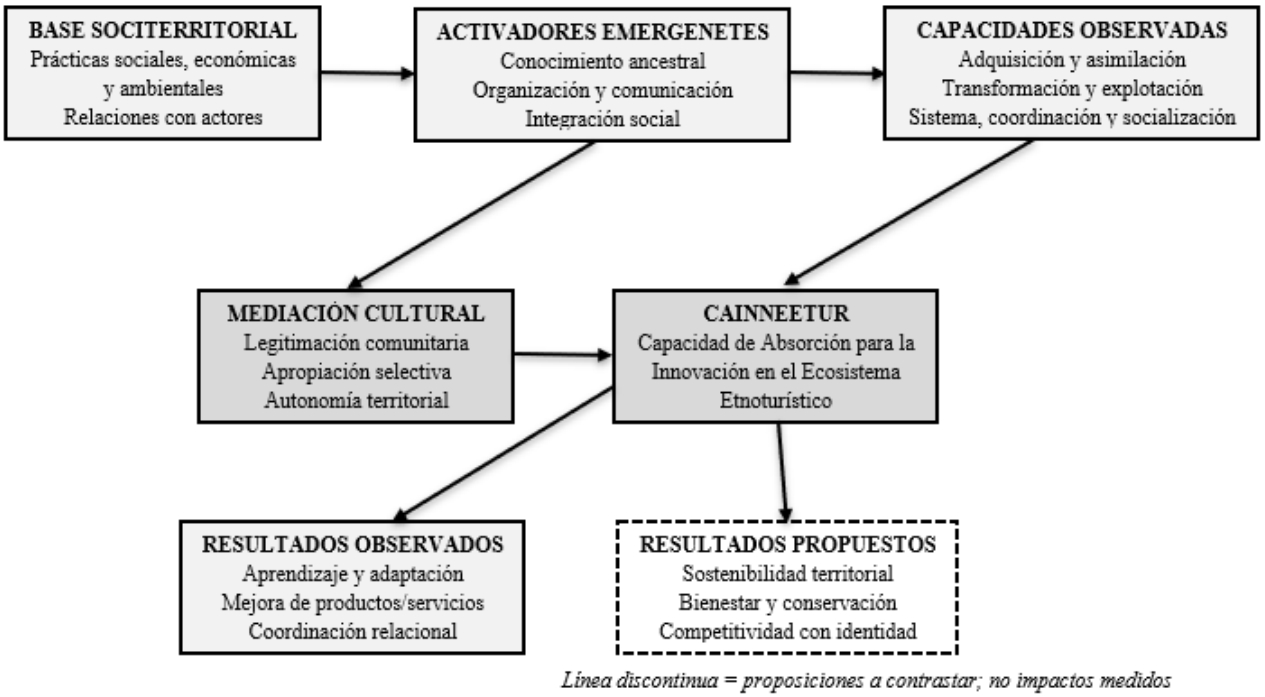


Figura 2. Modelo conceptual CAINNEETUR. La línea discontinua distingue resultados propuestos de resultados observados.

4. Discusión

4.1. De la organización al ecosistema

El primer aporte de CAINNEETUR es desplazar la unidad de análisis. En la formulación clásica, la CA se atribuye a la organización que invierte, aprende y explota conocimiento (Cohen & Levinthal, 1990; Zahra & George, 2002). En el caso Wayuu, una parte sustantiva de esa capacidad se produce entre organizaciones y actores: agencias que traducen expectativas del mercado, autoridades que legitiman acuerdos, mayores que custodian saberes, instituciones que ofrecen formación y familias que organizan la experiencia. Esta lectura contrasta con aplicaciones turísticas centradas en desempeño de firmas e intermediarios (Elbaz et al., 2018) y amplía el énfasis organizacional identificado en revisiones de CA y aprendizaje (Abarca & Barreto, 2021).

La alta coordinación y socialización reportadas, junto con una capacidad de sistema comparativamente débil, refuerzan esta lectura. Las relaciones informales y comunitarias sostienen flujos de conocimiento que no están codificados en manuales o políticas estables. Por ello, la creación de más procedimientos no debe sustituir la gobernanza existente, sino reconocerla y complementarla.

4.2. Conocimiento ancestral como criterio de legitimidad

El segundo aporte es ubicar el conocimiento ancestral como criterio de legitimidad y no como simple stock de conocimiento previo. En la teoría de CA, el conocimiento previo facilita reconocer y asimilar información externa. En CAINNEETUR cumple además una función normativa: define límites culturales, actores autorizados y usos aceptables. Esta formulación coincide con estudios que reconocen

el saber Wayuu como base de representación territorial (Daza Daza & Carabalí Angola, 2024) y con llamados a reconocer la agencia epistémica indígena (de Sousa Santos, 2023; Shrestha et al., 2025). A la vez, responde a los riesgos de representación externa e impersonación cultural descritos en el turismo indígena (De la Maza, 2016; Yang et al., 2016).

La evidencia no permite afirmar que todo conocimiento externo sea rechazado o que el conocimiento ancestral sea homogéneo. Los relatos muestran negociación, diferencias generacionales y aprendizaje recíproco. El modelo, por tanto, propone apropiación selectiva: adquisición y asimilación se convierten en transformación cuando el conocimiento puede articularse con territorio, identidad y acuerdos comunitarios.

4.3. Gobernanza comunitaria y capacidades combinativas

El tercer aporte consiste en reinterpretar las capacidades combinativas. La coordinación no se limita a distribuir tareas internas; incluye acuerdos entre rancherías, agencias, hoteles, autoridades e instituciones. La socialización no se reduce a cultura corporativa; expresa una interpretación compartida del territorio y del propósito comunitario. La capacidad de sistema, en cambio, muestra un déficit de codificación y continuidad institucional. El patrón es consistente con la importancia de la participación comunitaria en experiencias de turismo indígena (Navarro Gamboa et al., 2019) y con la gobernanza relacional de bienes comunes (Fonseca Sánchez, 2020).

En términos prácticos, el modelo orienta tres líneas: fortalecer mecanismos comunitarios de decisión; diseñar formación y asistencia técnica en el territorio con traducción cultural; y construir acuerdos de largo plazo entre organizaciones, autoridades e instituciones. Tales orientaciones son implicaciones analíticas, no evidencia de que el modelo ya haya producido bienestar o conservación.

4.4. Alcance de la contribución

CAINNEETUR amplía de forma situada -no universal- la teoría de CA en cuatro sentidos: incorpora un ecosistema indígena como unidad analítica; reconoce el conocimiento ancestral como mediador normativo; muestra la gobernanza comunitaria como mecanismo de coordinación y socialización; y define la innovación como articulación relacional entre repertorios internos y externos. La contribución debe evaluarse frente a contextos comparables y no extrapolarse automáticamente a otros pueblos o territorios.

5. Conclusiones

La CA en el Ecosistema Etnoturístico Wayuu se configura mediante la interacción entre prácticas socioterritoriales, activadores de conocimiento y capacidades organizacionales y combinativas. Los resultados cualitativos indican que el conocimiento externo adquiere valor cuando puede legitimarse y adaptarse con base en saberes ancestrales, acuerdos comunitarios y autonomía territorial. El apoyo cuantitativo exploratorio complementa esta interpretación al mostrar fortalezas en asimilación, explotación, coordinación y socialización, y una brecha en capacidad de sistema.

La revisión de trazabilidad permitió precisar el estatus de CAINNEETUR: es un modelo conceptual emergente sustentado en 669 citas, un inventario final de 52 etiquetas visibles, nueve grupos, tres categorías y una integración descriptiva con 90 encuestas. No constituye una prueba causal ni demuestra impactos de competitividad, bienestar, conservación o sostenibilidad. Esos resultados son proposiciones que requieren implementación, seguimiento longitudinal y validación externa.

Para políticas y programas, la implicación principal es que la formación, la asistencia técnica y la innovación deben diseñarse con las comunidades y no únicamente para ellas. La continuidad institucional, la accesibilidad rural y la gobernanza de datos son tan relevantes como la transferencia de conocimiento. El acompañamiento debe reconocer las autoridades, los acuerdos y la diversidad interna del pueblo Wayuu.

Futuros estudios podrían orientarse hacia la validación del instrumento mediante análisis factorial con muestras más amplias; comparar territorios y pueblos sin borrar sus diferencias; realizar seguimiento a innovaciones y resultados comunitarios; incorporar codificación colaborativa con investigadores Wayuu; y acordar desde el inicio protocolos de propiedad, custodia, acceso y devolución de datos.

Agradecimientos

Las autoras agradecen a las comunidades y autoridades Wayuu participantes, a las organizaciones e instituciones que facilitaron el trabajo de campo, a la Universidad de La Guajira y a la Universidad Pontificia Bolivariana.

Declaración ética y de integridad

Las autoras declaran que la presente investigación se desarrolló bajo estrictos principios de participación voluntaria, garantizando en todo momento la confidencialidad, la codificación anónima de los participantes y la devolución posterior de los resultados a las comunidades involucradas.

La finalidad académica del proyecto fue informada oportunamente a las partes interesadas, sustentando las salvaguardas éticas en la obtención previa de consentimientos informados individuales y en el otorgamiento de autorizaciones comunitarias de campo por parte de las autoridades tradicionales.

Se aclara de manera explícita que el estudio no contó con aval o exención de un comité de ética institucional, ni dispuso de un protocolo formalizado de gobernanza de datos. En consecuencia, las garantías reportadas en este trabajo corresponden de forma estricta a las salvaguardas y procedimientos de resguardo implementados directamente durante el trabajo de campo. La presente declaración reconoce con transparencia tanto las prácticas ejecutadas como las ausencias verificables, sin que ello constituya o sustituya un proceso de evaluación ética institucional previa.

Declaración de uso de inteligencia artificial

Se utilizó la herramienta de inteligencia artificial generativa, ChatGPT, como apoyo para revisión lingüística, organización editorial y comprobación de consistencia. Las autoras verificaron el contenido, las cifras, las fuentes, las interpretaciones y asumen responsabilidad íntegra por la versión final.

Referencias

Abarca, Y., & Barreto, U. (2021). Capacidad de absorción del conocimiento, aprendizaje y tecnologías de la información en las organizaciones: estado del arte y evolución de la investigación. *Apuntes Universitarios, 11*(1), 95–122. https://doi.org/10.17162/au.v11i1.558

Acuña Medina, D. I., Gañán Rojo, P. F., & Arango Alzate, S. B. (2019). Etnoturismo: una aproximación a las oportunidades y amenazas que implica para las culturas indígenas. *Cuadernos de Turismo*, (43), 17–38. https://doi.org/10.6018/turismo.43.01

American Association for Public Opinion Research. (2021). *Disclosure standards*. https://aapor.org/standards-and-ethics/disclosure-standards/

American Sociological Association. (2018). *Code of ethics*. https://www.asanet.org/wp-content/uploads/asa_code_of_ethics-june2018a.pdf

Charmaz, K. (2006). *Constructing grounded theory: A practical guide through qualitative analysis*. SAGE.

Charmaz, K. (2007). Grounded theory. In G. Ritzer (Ed.), *The Blackwell encyclopedia of sociology*. Blackwell. https://doi.org/10.1002/9781405165518.wbeosg070

Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly, 35*(1), 128–152. https://doi.org/10.2307/2393553

Creswell, J. W. (2013). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (3rd ed.). SAGE.

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2007). *Designing and conducting mixed methods research*. SAGE.

Daza Daza, A. R., & Carabalí Angola, A. (2024). La representación socioespacial del territorio: enfoques desde el saber ancestral de las comunidades indígenas Wayuu de La Guajira colombiana. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía, 33*(1), 50–62. https://doi.org/10.15446/rcdg.v33n1.102476

De la Maza, F. (2016). State conceptions of indigenous tourism in Chile. *Annals of Tourism Research, 56*, 80–95. https://doi.org/10.1016/j.annals.2015.11.008

de Sousa Santos, B. (2023). *Law and the epistemologies of the South*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781316662441

Elbaz, A. M., Agag, G. M., & Alkathiri, N. A. (2018). How ability, motivation and opportunity influence travel agents performance: The moderating role of absorptive capacity. *Journal of Knowledge Management, 22*(1), 119–141. https://doi.org/10.1108/JKM-07-2017-0308

Fetters, M. D., Curry, L. A., & Creswell, J. W. (2013). Achieving integration in mixed methods designs: Principles and practices. *Health Services Research, 48*(6, Pt. 2), 2134–2156. https://doi.org/10.1111/1475-6773.12117

Fonseca Sánchez, J. C. (2020). El pensamiento de Elinor Ostrom sobre el capital social en la gobernanza de los bienes comunes y el desarrollo sostenible. *Agroalimentaria, 26*(50), 235–247. https://doi.org/10.53766/Agroalim/2020.26.50.14

Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (2001). *Guidelines and checklist for constructivist (a.k.a. fourth generation) evaluation*. Western Michigan University. https://files.wmich.edu/s3fs-public/attachments/u350/2014/constructivisteval.pdf

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.

Ministerio de Salud de Colombia. (1993). *Resolución 8430 de 1993: Normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud*. https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.PDF

Navarro Gamboa, M., Vázquez Solís, V., Van't Hooft, A., & Reyes Agüero, J. A. (2019). Participación comunitaria y turismo alternativo en zonas indígenas en el contexto mexicano: cuatro estudios de caso. *El Periplo Sustentable*, (36), 7–33. https://doi.org/10.36677/elperiplo.v0i36.9081

Shrestha, R. K., L'Espoir Decosta, J. N. P., & Whitford, M. (2025). Indigenous knowledge systems and socio-cultural values for sustainable tourism development: Insights from Indigenous Newars of Nepal. *Journal of Sustainable Tourism, 33*(1), 143–167. https://doi.org/10.1080/09669582.2024.2316298

Tian, B., Stoffelen, A., & Vanclay, F. (2024). Understanding resilience in ethnic tourism communities: The experiences of Miao villages in Hunan Province, China. *Journal of Sustainable Tourism, 32*(7), 1433–1452. https://doi.org/10.1080/09669582.2023.2239525

Tucker, H. (2016). Empathy and tourism: Limits and possibilities. *Annals of Tourism Research, 57*, 31–43. https://doi.org/10.1016/j.annals.2015.12.001

Van den Bosch, F. A. J., Volberda, H. W., & de Boer, M. (1999). Coevolution of firm absorptive capacity and knowledge environment: Organizational forms and combinative capabilities. *Organization Science, 10*(5), 551–568. https://doi.org/10.1287/orsc.10.5.551

Yang, J., Ryan, C., & Zhang, L. (2016). Impersonation in ethnic tourism: The presentation of culture by other ethnic groups. *Annals of Tourism Research, 56*, 16–31. https://doi.org/10.1016/j.annals.2015.10.005

Zahra, S. A., & George, G. (2002). Absorptive capacity: A review, reconceptualization, and extension. *Academy of Management Review, 27*(2), 185–203. https://doi.org/10.5465/amr.2002.6587995

Anexo A. Encuesta dirigida a los dueños de micro y pequeñas organizaciones etnoturísticas Wayuu

El cuestionario incluyó cuatro preguntas descriptivas con opciones múltiples y 32 enunciados Likert. En los enunciados 5–36 se utilizó la escala 1 = totalmente en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = ni de acuerdo ni en desacuerdo; 4 = de acuerdo; 5 = totalmente de acuerdo.

CUESTIONARIO SOBRE CAPACIDADES DE ABSORCIÓN (CA) EN MICRO Y PEQUEÑAS ORGANIZACIONES ETNOTURÍSTICAS CONFORMADAS POR INDÍGENAS WAYUU

El presente cuestionario tiene finalidad exclusivamente académica y la información proporcionada será tratada de manera confidencial. Con su participación, usted contribuye a la formulación de un modelo conceptual orientado a promover las Capacidades de Absorción (CA*) en las micro y pequeñas organizaciones etnoturísticas**. Los resultados de este estudio buscan aportar al fortalecimiento de las actividades de su negocio, la innovación en la oferta de productos y servicios, el incremento de los ingresos y el mejoramiento de la calidad de vida de la población indígena Wayuu.

¡Muchas gracias por su apoyo y colaboración!

DATOS DE LA MICRO O PEQUEÑA ORGANIZACIÓN ETNOTURÍSTICA

Nombre del negocio:
Nombre del dueño:
Lugar:

Por favor, marque con una X la respuesta que considere según la siguiente escala:

1: Si **2:** No

FORMACIÓN Y EXPERIENCIA DE LOS EMPRESARIOS

Usted ha estudiado:	**1**	**2**
Primaria		
Bachillerato		
Técnico		
Profesional		
Posgrado		
Los años dedicados a la actividad etnoturística son:	**1**	**2**
1 a 5		
6 a 10		
11 a 15		
16 a 20		
21 a 25		
26 a 30		
31 o más		

Por favor, marque con una X la respuesta que considere según la siguiente escala:

1=TD: Totalmente Desacuerdo; **2**=D: Desacuerdo; **3**=N: Ni de acuerdo ni en desacuerdo; **4**=A: De acuerdo; **5**=TA: Totalmente de acuerdo

POTENCIALIDADES DE DESTINO ETNOTURÍSTICO

CUESTIONARIO SOBRE CAPACIDADES DE ABSORCIÓN (CA) EN MICRO Y PEQUEÑAS ORGANIZACIONES ETNOTURÍSTICAS CONFORMADAS POR INDÍGENAS WAYUU					
La mejor temporada del año para visitar este lugar:	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Noviembre, diciembre y enero					
Febrero, marzo y abril					
Mayo, junio y julio					
Agosto, septiembre y octubre					
A la hora de informarse sobre este lugar, los turistas interesados en sus servicios lo pueden hacer por:	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Fuentes oficiales nacionales de organismos de información turística promocionan.					
Intermediarios (agencias de viajes, operadores turísticos, transportadores)					
Medios de comunicación: Internet					
Amigos y conocidos					
Red social: Facebook					
Red social: Twitter					
Red social: Instagram					
CAPACIDADES DE ABSORCIÓN PARA LA INNOVACIÓN					
Capacidad de Adquisición: Es la capacidad de la empresa para identificar, valorar, seleccionar y adquirir el conocimiento externo útil e importante para el desarrollo de sus actividades.					
Indicadores:	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Selección de información para nuevos aprendizajes					
En su negocio encuentran en internet y en los negocios de los amigos y conocidos que pertenecen al sector turístico, información útil para mejorar la manera de hacer las actividades.					
En su negocio en el último año sus trabajadores se formaron y capacitaron en la universidad, en el SENA o en la Cámara de Comercio de La Guajira para mejorar la manera de hacer las tareas.					
En su negocio consideran que con los turistas encuentran información útil que les ayuda a mejorar la manera de hacer los productos y ofrecer los servicios.					
Ámbito para nuevos aprendizajes					
En su negocio en el último año un profesional del sector turístico les apoyo para mejorar la manera de hacer los productos y ofrecer los servicios.					
En su negocio consideran que en las instituciones como la universidad, el SENA y la Cámara de Comercio de La Guajira pueden encontrar información útil para mejorar la manera de hacer las actividades.					
En su negocio consideran que en el último año la gobernación de La Guajira organizó capacitaciones para ustedes los indígenas Wayuu con el fin de mejorar la manera de hacer sus actividades etnoturísticas.					
Capacidad de Asimilación: Hace referencia a la capacidad de la empresa para analizar, procesar, interpretar, clasificar y comprender el nuevo conocimiento externo que la organización ha adquirido.					

CUESTIONARIO SOBRE CAPACIDADES DE ABSORCIÓN (CA) EN MICRO Y PEQUEÑAS ORGANIZACIONES ETNOTURÍSTICAS CONFORMADAS POR INDÍGENAS WAYUU					
Indicadores	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Analizar información para tener nuevos aprendizajes					
En el último año en su negocio interpretaron la información que les comparte las empresas turísticas del territorio, la entendieron y les sirvió para mejorar la manera de hacer sus actividades.					
Considera que en el último año en su negocio aprendieron en los procesos de formación y capacitación que ofrecen instituciones como la Universidad, el SENA, la Cámara de Comercio, nuevas maneras de mejorar la manera de hacer las actividades para atraer más turistas.					
En su negocio en el último año fue fácil entender la información que le compartieron los turistas y los guías etnoturísticos para mejorar la manera de hacer las actividades y satisfacer los requerimientos de las personas que les visitan.					
Comprender información para tener aprendizajes útiles					
En su negocio en el último año analizaron información importante para conservar y preservar los bienes y recursos que utilizan en la actividad etnoturística.					
En su negocio en el último año fue posible clasificar y comprender nuevos conocimientos que les permite mejorar la manera de hacer los productos y de ofrecer los servicios sin perjudicar sus bienes culturales y naturales.					
Capacidad de transformación: Es la capacidad de la empresa de desarrollar y mejorar los procesos al facilitar la transferencia y combinación del conocimiento que en ella existe con el nuevo conocimiento adquirido y asimilado.					
Indicadores:	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Internalización de nuevos aprendizajes					
En el último año los trabajadores de su negocio demostraron nuevas habilidades y destrezas al realizar las actividades con las que satisfacen los requerimientos de los turistas					
En su negocio en el último año los empleados recibieron asesoría o capacitaciones de las que notaron cambios en la manera de hacer y vender los productos y servicios.					
Asociación de nuevos aprendizajes					
En su negocio en el último año los trabajadores usaron los celulares, tabletas y computadoras para ofrecer los productos y servicios.					
En el último año en su negocio la relación que tienen con las agencias de viajes, los turistas, los guías turísticos, los hoteles y hostales, les sirvió para diseñar nuevos procedimientos o mejorar los que tenían y ofrecer otros productos y servicios a los turistas.					
Capacidad de explotación: Es la capacidad de la empresa de incorporar el nuevo conocimiento adquirido, asimilado y transformado para mejorar, desarrollar y expandir sus rutinas, procesos y conocimiento existente, así como también para crear nuevas capacidades y operaciones en la empresa.					
Indicadores:	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Oferta de nuevos o mejorados productos y servicios					
Su negocio en el último año demostró que mejoró los productos y servicios que ofrece a los turistas porque ellos manifestaron mucha satisfacción.					

CUESTIONARIO SOBRE CAPACIDADES DE ABSORCIÓN (CA) EN MICRO Y PEQUEÑAS ORGANIZACIONES ETNOTURÍSTICAS CONFORMADAS POR INDÍGENAS WAYUU					
En el último año en su negocio crearon nuevos productos o servicio para los turistas, que no los ofrecen en otras rancherías etnoturísticas.					
En su negocio en el último año adquirieron equipos o maquinarias y los usan para mejorar y ofertar los productos y servicios a los turistas.					
Rutinas sistemáticas					
En su negocio en el último año realizaron cambios en la manera de realizar los procedimientos o las actividades para satisfacer los requerimientos de los turistas.					
En su negocio los trabajadores pueden adaptarse rápidamente a los cambios que realizan para mejorar los procedimientos para atender mejor a los turistas.					
Capacidad de sistema: Se refieren a los procedimientos, políticas y manuales utilizados en el entorno de la empresa para integrar el conocimiento explícito.					
Indicadores:	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Mecanismos para integración de conocimientos					
En su negocio pueden acceder fácilmente a procesos de formación y capacitación para tener nuevos conocimientos y mejorar las actividades etnoturísticas.					
En su negocio tienen apoyo constante de las instituciones del gobierno, de las universidades, del SENA y la cámara de comercio para gestionar la conservación y preservación de los bienes y recursos culturales usados en la actividad etnoturística.					
Integración de conocimiento explícito					
En su negocio les gustaría que las instituciones del gobierno, las universidades, el SENA y la cámara de comercio realicen permanentemente capacitaciones y actividades para mejorar los procesos en la actividad etnoturística.					
En su negocio de manera permanente se relacionan con otras empresas del sector turístico y con los turistas, y con ellos obtienen información y conocimientos para realizar y mejorar las actividades.					
Capacidad de coordinación: Son las que favorecen el desarrollo de relaciones entre los miembros de un equipo y de una o diversas unidades organizativas.					
Indicadores	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Organización de actividades internas					
En su negocio cada colaborador hace el trabajo que mejor sabe hacer para que el producto o servicio ofrecido a los turistas se realice más rápido y con la mejor calidad. Además, por ello, tiene la remuneración concertada entre todos.					
En su negocio realizan integraciones o reuniones con y entre todos los trabajadores, además, con las agencias de viajes, hoteles y hostales para comprender mejor cómo realizar las actividades con las que buscan satisfacer los requerimientos de los turistas.					
Organización de actividades en el entorno					
En su negocio habitualmente hablan con los turistas para comprender qué productos o servicios requieren mejora o cuál quieren que se le ofrezca a futuro.					

CUESTIONARIO SOBRE CAPACIDADES DE ABSORCIÓN (CA) EN MICRO Y PEQUEÑAS ORGANIZACIONES ETNOTURÍSTICAS CONFORMADAS POR INDÍGENAS WAYUU					
Su negocio trabaja en unión con las autoridades tradicionales Wayuu y con los guías etnoturísticos para atender todas las necesidades de los turistas, lograr que se vayan satisfechos y que la comunidad tenga mejores ingresos.					
Capacidad de socialización: Son aquellas que estimulan la creación de una ideología compartida, así como una interpretación colectiva de la realidad.					
Indicadores:	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Acciones para interpretar la realidad					
En su negocio usted motiva y anima a todos los trabajadores para que se formen y capaciten, así, mejorar continuamente la actividad etnoturística que genera los ingresos para satisfacer sus necesidades.					
Su negocio es la fuente de ingresos para la familia y la comunidad, por eso hacen bien el trabajo, respetan y muestran compromiso y responsabilidad con el talento humano y con los recursos del medio ambiente en su territorio.					
Integración social ecosistémica					
En la relación que han establecido su negocio con las agencias de viajes, los hoteles y hostales, se preocupan por cuidar, conservar y preservar todos los recursos culturales y naturales usados en las actividades etnoturísticas realizadas.					
En su negocio usted apoya las nuevas ideas que surgen tanto de los trabajadores como de las agencias de viajes, hoteles y hostales, para hacer nuevos productos y ofrecer nuevos servicios, o para mejorar los que tienen y atraer nuevos turistas, enfocados en conservar y preservar sus bienes culturales y naturales.					

*Conjunto de rutinas organizacionales y procesos estratégicos por los que las empresas adquieren, asimilan, transforman y explotan conocimiento con la intención de crear valor (Zahra & George, 2002, p.186).

**Surgida a partir de la incorporación de nuevos actores a la Industria Turística, las comunidades indígenas, e impulsada con la apertura de mercados, lo cual demanda entendimiento e interacción con culturas originales, la naturaleza, la historia y el patrimonio (Cox, 2009).

CAPÍTULO 10

El cementerio ancestral Wayuu como pieza jurídica del derecho consuetudinario: resolución de litigios territoriales y gobernanza indígena en Bahía Hondita, Alta Guajira

AUTORES:

Guillermo Luis Contreras Oñate

Abogado, Univ Andina de Colombia

Conciliador en Derecho

Docente Catederatico

Maestrente En Ciencia Sociales

glcontreras@uniguajira.edu.co

Miembro del Grupo de Investigaciòn :Contacto con la comunidad, Categoria B.

https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001650457

Ángel Alberto Nava Chirinos

Administrador de Empresas. Doctor en Ciencias Gerenciales. Magister en Gerencia de Recursos Humanos.

Docente, Investigador Asociado Grupo de Investigación, Contacto con la comunidad.

anava@uniguajira.edu.co

https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000156935

Sobre los autores

Guillermo Luis Contreras Oñate. Abogado egresado de la Fundación Universitaria del Área Andina y conciliador en derecho, con experiencia profesional en litigio, asesoría jurídica y acompañamiento de procesos relacionados con asuntos ambientales. Ha desarrollado parte de su trayectoria en corporaciones autónomas regionales, participando en escenarios de gestión jurídica, análisis normativo, defensa de intereses institucionales y atención de controversias vinculadas con la protección y administración de los recursos naturales. con experiencia docente en la Universidad de La Guajira, donde ha fortalecido su vocación académica y su interés por la formación, la investigación y el análisis de problemáticas sociales y territoriales. Culminó académicamente la Maestría en Ciencias Sociales de la Universidad de La Guajira y actualmente se encuentra en proceso de grado. Su perfil profesional integra el ejercicio del derecho, la gestión ambiental, la docencia y la investigación social, con especial interés en la gobernanza, la resolución de conflictos, el pluralismo jurídico, el derecho consuetudinario y las dinámicas interculturales y territoriales propias de La Guajira. glcontreras@uniguajira.edu.co

Ángel Alberto Nava Chirinos. Doctor en Ciencias Gerenciales, con formación posdoctoral en Gerencia de las Organizaciones, Magíster en Gerencia de Recursos Humanos y profesional en Administración, con especialidad en Gerencia Industrial. Cuenta con amplia trayectoria como docente

universitario, investigador y asesor académico en Venezuela y Colombia. Es fundador y director de la Red Iberoamericana de Investigación, Desarrollo e Innovación de la Ciencia (RIDICIENCIA), y ha desarrollado actividades de docencia e investigación en la Universidad de La Guajira. Se ha desempeñado como conferencista internacional en áreas relacionadas con talento y gestión humana, emprendimiento, innovación social y empresarial, gerencia global, manejo de conflictos y negociación. Es autor y coautor de más de 140 publicaciones, entre artículos científicos y capítulos de libros, y ha participado como miembro de comités académicos y científicos, así como evaluador y organizador de congresos nacionales e internacionales. Cuenta con acreditación como investigador y experiencia en asesoría de procesos de investigación en instituciones educativas. anava@uniguajira.edu.co

RESUMEN

El presente artículo es resultado de la investigación titulada "El Cementerio Ancestral: Pieza Legal de Derecho Consuetudinario Wayuu para Dirimir Litigios Territoriales y de Gobernanza en Comunidades Wayuu. Caso Bahía Hondita – Alta Guajira"; desarrollada para la Maestría en Ciencias Sociales de la Universidad de La Guajira, abordando la problemática y necesidad de comprender cómo el cementerio ancestral Wayuu opera como pieza jurídica del derecho consuetudinario para resolver litigios territoriales y sostener la gobernanza indígena en Bahía Hondita (Alta Guajira), frente a tensiones generadas por la superposición de lógicas estatales y capitalistas sobre el territorio colectivo matrilineal. El aporte original radica en demostrar, a partir de evidencia empírica situada casuísticamente, que el cementerio ancestral trasciende su dimensión simbólico-ritual y se configura como dispositivo normativo-probatorio, marcador territorial y eje de autoridad comunitaria dentro del sistema normativo Wayuu.

Desde un enfoque sociojurídico e intercultural, de carácter cualitativo, bajo el marco de pluralismo jurídico articulado, se examina la racionalidad jurídica Wayuu sustentada en la trilogía: relatos míticos – hechos reales – palabra, que evidencia cómo la existencia de un cementerio ancestral por clan y por comunidad constituye elemento probatorio del derecho al autogobierno y a la propiedad territorial colectiva. Los hallazgos, derivados de entrevistas a autoridades tradicionales y palabreros, tanto como la observación y análisis documental, confirman las funciones jurídica, territorial y comunitaria del cementerio ancestral visibilizando tensiones con el ordenamiento estatal en lo referente a dirimir conflictos por la tierra, aportando insumos para el pluralismo jurídico y las políticas públicas interculturales en Colombia.

Palabras clave: cementerio ancestral; derecho consuetudinario Wayuu; litigios territoriales; gobernanza indígena; Bahía Hondita; Alta Guajira.

RESUMO

O presente artigo é resultado da pesquisa intitulada "O Cemitério Ancestral: Peça Jurídica do Direito Consuetudinário Wayuu para Dirimir Litígios Territoriais e de Governança em Comunidades Wayuu. Caso Bahía Hondita – Alta Guajira", desenvolvida para a Mestrado em Ciências Sociais da Universidade de La Guajira. Aborda a problemática e a necessidade de compreender como o cemitério ancestral Wayuu opera como peça jurídica do direito consuetudinário para resolver litígios territoriais e sustentar a

governança indígena em Bahía Hondita (Alta Guajira), diante das tensões geradas pela sobreposição de lógicas estatais e capitalistas sobre o território coletivo matrilinear. O aporte original consiste em demonstrar, a partir de evidência empírica situada casuisticamente, que o cemitério ancestral transcende sua dimensão simbólico-ritual e se configura como dispositivo normativo-probatório, marcador territorial e eixo de autoridade comunitária dentro do sistema normativo Wayuu.

Sob uma abordagem sociojurídica e intercultural, de caráter qualitativo, no marco do pluralismo jurídico articulado, examina-se a racionalidade jurídica Wayuu sustentada na trilogia: narrativas míticas – fatos reais – palavra, a qual evidencia como a existência de um cemitério ancestral por clã e por comunidade constitui elemento probatório do direito ao autogoverno e à propriedade territorial coletiva. Os achados, derivados de entrevistas a autoridades tradicionais e palabreros, bem como da observação e da análise documental, confirmam as funções jurídica, territorial e comunitária do cemitério ancestral, visibilizando tensões com o ordenamento estatal no que concerne à resolução de conflitos pela terra, e aportam insumos para o pluralismo jurídico e para as políticas públicas interculturais na Colômbia.

Palavras-chave: cemitério ancestral; direito consuetudinário Wayuu; litígios territoriais; governança indígena; Bahía Hondita; Alta Guajira.

1. Introducción

En las comunidades Wayuu, ubicadas al norte de Colombia (Ministerio de Cultura, 2015), los conflictos territoriales se ubican básicamente en tres niveles: a) la organización social, especialmente la estructura de clanes y linajes; b) valores, creencias y representaciones —algunos conservados como mitos— que explican la causa de las tragedias o desgracias; y c) el arreglo propiamente dicho, es decir, el proceso de argumentación que rige los diversos momentos del arreglo e involucra a las partes en litigio (Ponce, 2006, p. 1). Estas dinámicas en las sociedades originarias son coyunturas que generan aprendizajes de importante valor cultural, puesto que dinamizan las relaciones entre los miembros y permiten construir soluciones armoniosas, fundamentadas en el derecho natural consuetudinario.

El presente artículo se centra en comprender el derecho propio o derecho natural de la etnia Wayuu, específicamente en el nivel del arreglo, en torno a un conflicto recurrente: la gobernanza y el dominio territorial partiendo de un elemento fundante como lo es el cementerio ancestral. La pertenencia de la tierra como aspecto social ha recibido la influencia de dos nociones jurídicas del mundo occidental: la marcada tendencia capitalista centrada en la propiedad privada y el marco de la democracia, entendida como el mandato de las mayorías, como sistemas dominantes.

El sistema capitalista no es ajeno a la etnia Wayuu, sin embargo, la alianza entre capitalismo occidental y democracia establece una oposición a las tradiciones de la propiedad territorial colectiva y a la gobernanza étnica matrilineal, suscitando tensiones sociales y jurídicas que afectan principios integrados en la cultura Wayuu. Al respecto, Las Cortes han tenido que comprender que los procesos jurídicos occidentales y las dinámicas del derecho propio étnico se desarrollan en un marco de

pluralismo jurídico articulado, que en el ámbito colombiano está sustentado en la Constitución política de 1991, Artículos 1, 7 y 246 referidos a: el Estado social de derecho, participativo y pluralista; el reconocimiento y protección de la diversidad étnica y cultural de la Nación y la Jurisdicción Especial Indígena (JEI), en la que las autoridades de los pueblos indígenas pueden ejercer funciones jurisdiccionales dentro de su ámbito territorial, de conformidad con sus propias normas y procedimientos, siempre que no sean contrarios a la Constitución y a las leyes de la República (Asamblea Nacional Constituyente, 1991).

Los conflictos por la tierra poseen procedimientos resolutivos ancestrales que acopian pruebas para hacer justicia a quienes les corresponde en derecho. Una de esas piezas probatorias es la tenencia y custodia de un cementerio ancestral de la familia o comunidad, miembro de una casta.

Los cementerios son lugares sagrados para el pueblo Wayuu: allí reposan los familiares difuntos mientras el alma se dirige al lugar destinado por Ma'leiwa (Dios). Los restos son cuidados por la familia de línea materna; cada clan tiene su propio cementerio. Anteriormente se trataba de fosas cavadas en terreno plano escogido por cada familia, teniendo en cuenta el territorio de los ancestros. "Según los ancianos, es peligroso pasar por el cementerio en las horas de la tarde o de noche, porque los muertos se levantan y acompañan espiritualmente a sus parientes; por ello se ofrenda ron o chirrinchi" (Chacin, 2016, p. 100). Así, los relatos míticos forman parte de la racionalidad jurídica Wayuu, que difiere de la racionalidad occidental y se asienta en tres pilares: a) las narrativas míticas sobre el origen del mundo y de la etnia; b) los hechos reales que ocurren en las comunidades; y c) la palabra como fuente de comunicación y compromisos, coherente con la tradición oral.

Desde un enfoque sociojurídico e intercultural, fundamentado en el pluralismo jurídico este artículo analiza el papel del cementerio ancestral Wayuu como pieza del derecho consuetudinario casuístico en la resolución de litigios territoriales y en la configuración de la gobernanza en territorio de la comunidad Bahía Hondita, Alta Guajira. La investigación aporta a la discusión sobre pluralismo jurídico y derechos territoriales indígenas, y genera insumos analíticos para políticas públicas e instituciones que reconozcan los sistemas normativos propios de los pueblos indígenas en Colombia.

El problema se formula, entonces, en los siguientes términos: ¿de qué manera el cementerio ancestral Wayuu se configura como pieza jurídica del derecho consuetudinario para la resolución de litigios territoriales y el sostenimiento de la gobernanza indígena en la comunidad de Bahía Hondita? El aporte original consiste en articular, con evidencia empírica local, las funciones jurídica, territorial y comunitaria del cementerio ancestral, demostrando que este espacio no es solo un referente simbólico, sino un dispositivo normativo-probatorio y político dentro del sistema normativo Wayuu.

2. Metodología

La investigación se desarrolló bajo el enfoque metodológico sociojurídico, entendido como aquel que permite la construcción del derecho para su posterior aplicación (Giraldo, 2012, p. 11), dentro del paradigma cualitativo (Martínez, 2011, p. 12). Se exploró, mediante entrevistas a la Autoridad Tradicional

del territorio de Bahía Hondita en la Alta Guajira y se, evidenció el desarrollo del caso mediante análisis documental y observación de cómo "el arreglo" se sella mediante la interacción de las partes en litigio, a través de los mayores que representan a cada grupo familiar, al ubicar los mojones de lindero. El contexto documental socio-jurídico consistió en el análisis de las problemáticas del derecho consuetudinario Wayuu —también llamado por sus autoridades "sistema normativo Wayuu"— combinando dos niveles: como ciencia básica, que revisa los elementos de la racionalidad jurídica Wayuu respecto del conflicto de gobernanza y territorialidad; y como ciencia aplicada a un caso concreto (Bahía Hondita), transado mediante la palabra para mantener la armonía social.

2.1. Fuentes formales y racionalidad jurídica

En el ordenamiento colombiano, la Ley 1564 de 2012 establece que los jueces están sometidos al imperio de la ley y deben tener en cuenta la equidad, la costumbre, la jurisprudencia y la doctrina (Congreso de la República de Colombia, 2012, art. 7). Los principios generales del derecho también son fuente formal (Olarte-Olarte, 2019, p. 26). En el derecho consuetudinario Wayuu, la fuente formal es la tradición, fundada en una racionalidad que se establece sobre relatos míticos, hechos reales y la palabra, interpretada por las autoridades tradicionales y los pütchipü'üi (palabreros). Existe una lógica trascendente y espiritual que subyace al pensamiento Wayuu: la mujer atesora la sustancia de los misterios (sueño, arcilla, tejido, plantas) y de allí proviene la ouutsü; el hombre contiene la esencia de lo visible (la palabra, los caminos, los animales) y de allí el pütchipü'üi. Ambos representan la reserva moral del universo Wayuu (Junta Mayor Autónoma de Palabreros Wayúu, 2012, p. 7).

En La Guajira coexisten dos corpus juris: el universo Wayuu (relatos míticos, hechos reales y palabra, con participación de mayores, ouutsü y oulakülü), y el juris arijuna u occidental (derecho positivo). Ambos desembocan en un principio de autonomía y fuero jurisdiccional siendo responsabilidad de los representantes de cada corpus juris ejercer sus funciones sin trascender los límites del otro, a menos que se vean involucrados los derechos humanos, derechos fundamentales de los miembros de la comunidad ni de terceros (debido proceso, dignidad humana, prohibición de tratos crueles) como se evidencia en sentencias: T-605/92, C-139/96, T-349/96, SU-510/98 de La Corte.

2.2. Caracterización de los participantes y del contexto de estudio

La comunidad Bahía Hondita (Luopata en wayuunaiki) se ubica en el sector Taroa, municipio de Uribia, Alta Guajira. Según el censo oficial de 2019, está compuesta por aproximadamente 60 grupos familiares del clan Uriana. La comunidad albergó en tiempos pasados a miembros refugiados de otro clan que hoy reclaman derechos de gobernanza y control territorial, conflicto que debe dirimirse conforme a los principios del derecho consuetudinario Wayuu.

Los registros orales sitúan el primer asentamiento del clan Uriana hacia 1628, evidenciado por la presencia del primer cementerio ancestral en el extremo oriental del territorio. El clan Uriana se dedica principalmente a la pesca y a la cría de chivos; las mujeres poseen reconocida experticia en artesanías de la Alta Guajira. Los límites territoriales se definen por el sur con la Bahía Hondita, por el norte y occidente con el Mar Caribe, y por el nororiente con la comunidad de Punta Gallinas (coordenadas aproximadas 12.446585, -71.684811), donde los mayores colocaron piedras como hitos de límite. Los

registros de ubicación territorial más antiguos los presenta la Dirección General Marítima (DIMAR) en el sector de Punta Gallinas.

Los participantes principales del estudio fueron: a) la Autoridad Tradicional de Bahía Hondita, Felipe Brito-Uriana, entrevistado el 20 de julio de 2020 en Manaure, La Guajira; b) un pütchipü'üi miembro de la Junta Mayor Autónoma de Palabreros Wayúu, entrevistado el 19 de septiembre de 2020 (Aguilar, 2020); y c) mayores y miembros de familias del clan Uriana que resguardan el cementerio ancestral y participan en los procesos de conciliación, figura 1. La selección fue intencional, por criterio de autoridad y conocimiento del sistema normativo propio. Se garantizó el consentimiento informado verbal y el respeto a los protocolos culturales de la palabra.

Figura 1

Confirmación del arreglo entre los mayores wayuu



Nota. Esta imagen corresponde a los archivos de la investigación y Ubicación del mojón delimitante de territorio entre Bahía Hondita y Punta Gallinas como sello entre los mayores, ubicados en sus territorios respectivos, unen sus manos en señal de acuerdo y construcción de paz.

2.3. Técnicas de recolección y proceso de análisis cualitativo

Se utilizaron entrevistas semiestructuradas en profundidad, observación de contexto territorial (incluido el cementerio ancestral y los hitos de límite) y análisis documental (normativa nacional, sentencias de la Corte Constitucional, documentos de la Junta Mayor de Palabreros y literatura especializada). Las entrevistas se registraron mediante notas de campo y, cuando fue culturalmente apropiado, grabación autorizada. El proceso de análisis cualitativo se hizo verificable mediante las siguientes etapas: 1) transcripción y organización de relatos; 2) codificación abierta orientada a las categorías: función jurídica, función territorial y función comunitaria del cementerio ancestral; 3) codificación axial que relacionó dichas categorías con la trilogía relatos míticos – hechos reales – palabra; 4) triangulación entre entrevistas, observación y documentos; y 5) contrastación con el marco normativo estatal (Constitución de 1991, Decreto 1088 de 1993, sentencias T-617/10 y C-463/14). La validez se apoyó en la saturación de sentidos y en la devolución oral de hallazgos a las autoridades participantes, especialmente respaldados por el arreglo sellado entre los mayores, como se evidencia en la figura 1.

3. Resultados

Los hallazgos evidencian que: luego de diálogos familiares, donde la palabra tiene valor trascendente, el cementerio ancestral Wayuu en Bahía Hondita, construido y custodiado por los Uriana representa una pieza probatoria que permitió el acuerdo y el arreglo que dirimió el dominio de la tierra, ya que cumple una función central como pieza jurídica del derecho consuetudinario, articulando dimensiones territoriales, normativas, simbólicas y políticas. Los resultados de evidencia empírica presentan tres ejes, la función jurídica del cementerio ancestral, la función territorial y la función comunitaria, más el eje de tensiones con el derecho estatal.

3.1. Función jurídica del cementerio ancestral

La muestra recogida demuestra que el cementerio ancestral opera como dispositivo normativo-probatorio. La Autoridad Tradicional Brito-Uriana en entrevista del 20 de julio de 2020 afirmó que "la presencia de los restos de los ancestros del clan Uriana constituye la prueba principal del derecho que asiste a la comunidad sobre el territorio y sobre la legitimidad de su gobernanza". En los procesos de mediación interna, los pütchipü'üi incorporan la referencia al cementerio como argumento central: quien custodia el cementerio ancestral del clan demuestra continuidad de linaje matrilineal y, por tanto, legitimidad para ejercer autoridad y para reclamar o defender derechos territoriales. Esta práctica es coherente con lo señalado por Chacin (2016, p. 100) y con el Plan especial de salvaguarda del Sistema Normativo Wayúu (Junta Mayor Autónoma de Palabreros Wayúu, 2012, Ministerio de Cultura, 2009). El cementerio, en consecuencia, no es solo un lugar de memoria, sino una pieza del corpus juris Wayuu que se activa en el momento del arreglo de conflictos.

3.2. Función territorial del cementerio ancestral

El cementerio ancestral funciona como marcador jurídico-territorial, y el cuidado del mismo reviste importancia para la etnia wayuu, como se evidencia en la figura 2.

Figura 2

Actual cementerio del clan Uriana en Luopata o Bahía Hondita La Guajira



Fuente: archivo de la investigación, La Tumba ancestral del tío Mancurio Uriana Pushaina, destaca en el cementerio del clan Uriana.

Los registros orales de la comunidad sitúan el primer cementerio Uriana hacia 1628 en el extremo oriental del actual asentamiento; este dato es reiterado por los mayores, en tradición oral, como evidencia de ocupación ancestral continua. La observación de campo y las declaraciones de la Autoridad Tradicional confirman que los límites simbólicos y sociales del territorio comunitario se articulan en torno a este espacio sagrado y a las piedras colocadas por los mayores en el nororiente (hacia Punta Gallinas). En disputas interclánicas o frente a actores externos, la existencia y custodia del cementerio, se invoca para legitimar la ocupación, el uso y la defensa del territorio colectivo. De este modo, el cementerio materializa la memoria colectiva y delimita el territorio frente a pretensiones de gobernanza frente a grupos que llegaron posteriormente como refugiados.

3.3. Función comunitaria del cementerio ancestral

El reconocimiento y la protección del cementerio ancestral fortalecen la gobernanza indígena. Según el pütchipü'üi Aguilar, en entrevista, (2020) y, de la misma manera, la Autoridad Tradicional de Bahía Hondita, este espacio consolida la autoridad de los líderes tradicionales y reafirma las estructuras organizativas propias, al convertirse en punto de articulación entre memoria ancestral, normas consuetudinarias y toma de decisiones colectivas. La gobernanza se expresa como proceso basado en el

consenso, la mediación y el respeto por los ancestros. La custodia del cementerio refuerza el principio matrilineal: los restos son cuidados por la familia de línea materna, lo que articula parentesco, autoridad y territorio. En la práctica cotidiana, el cementerio es referenciado en asambleas y en procesos de conciliación, de modo que su función comunitaria es tangible y verificable en el discurso y la acción de las autoridades.

3.4. Tensiones entre el derecho consuetudinario Wayuu y el ordenamiento jurídico estatal

Para la jurisdicción ordinaria el sistema probatorio se funda en otros tipos de evidencias, por lo que persisten tensiones respecto del reconocimiento formal del cementerio ancestral como elemento probatorio en litigios territoriales. La falta de comprensión intercultural por parte de algunas instituciones limita la protección efectiva de estos espacios y genera riesgos para la autonomía territorial y cultural. No obstante, se observa una creciente apropiación comunitaria de discursos sobre pluralismo jurídico y derechos étnicos (Constitución Política de 1991; Corte Constitucional, sentencias T-617/10 y C-463/14) como estrategia de defensa territorial. El Decreto 1088 de 1993 y los procesos de certificación de autoridades tradicionales también interponen barreras cuando hay doble certificación o conflictos internos de gobernanza, lo que refuerza la necesidad de fortalecer los usos y costumbres y de reconocer el valor probatorio del cementerio ancestral.

4. Discusión

Los resultados confirman que el cementerio ancestral Wayuu es una pieza jurídica del derecho consuetudinario que articula memoria, identidad, territorialidad y autoridad. Su función jurídica se sustenta en el uso argumentativo que hacen los pütchipü'üi y las autoridades tradicionales en los procesos de arreglo; su función territorial se evidencia en la delimitación histórica y simbólica del territorio comunitario; y su función comunitaria se expresa en el fortalecimiento de la gobernanza matrilineal y del consenso. Estos hallazgos dialogan con la literatura sobre el sistema normativo Wayuu (Junta Mayor Autónoma de Palabreros Wayúu, 2012; Polo, 2018; Velásquez & Quintero, 2012) y con los estudios de antropología jurídica (Stavenhagen, 2006; Hostein, 2010).

La delimitación del problema y el aporte original del estudio radican en situar empíricamente, un caso concreto de la Alta Guajira, demostrando que la operatividad del cementerio como dispositivo normativo-probatorio frente a conflictos de gobernanza interclánica y frente a la superposición de lógicas estatales es tangible. El proceso de análisis cualitativo se hizo verificable mediante etapas explícitas de codificación y triangulación, y la caracterización de participantes y el contexto permite situar la validez de las interpretaciones. Las limitaciones del estudio se reconocen en el carácter situado del caso y en la necesidad de ampliar muestras comparativas en futuras investigaciones.

5. Conclusiones

El fuero jurídico de las comunidades indígenas es territorial; por tanto, debe existir un territorio definido por comunidad. En el caso de Bahía Hondita, el territorio está estrechamente vinculado a la gobernanza, establecida conforme a los usos y costumbres de la etnia. Los conflictos internos y las barreras institucionales (doble certificación de autoridades, insuficiente reconocimiento del valor

probatorio del cementerio ancestral) dificultan con frecuencia la posesión de una Autoridad Tradicional plena y el ejercicio de la administración de justicia propia.

El cementerio ancestral opera como dispositivo jurídico-cultural que articula memoria, identidad y territorialidad, fortaleciendo los mecanismos de justicia propia y la mediación tradicional a través del pütchipü'üi. Su uso en los procesos de conciliación reafirma la vigencia del derecho consuetudinario Wayuu como sistema dinámico y eficaz de regulación social, basado en el consenso, la reparación y el equilibrio comunitario.

Las tensiones entre el derecho consuetudinario Wayuu y el ordenamiento jurídico estatal evidencian las limitaciones del sistema hegemónico para comprender las lógicas normativas indígenas y subrayan la necesidad de avanzar hacia enfoques interculturales que garanticen el respeto efectivo del pluralismo jurídico consagrado en la Constitución de 1991. El reconocimiento y la protección del cementerio ancestral en La Guajira contribuyen de manera significativa al fortalecimiento de la gobernanza indígena y a la defensa de los derechos territoriales colectivos. El estudio aporta elementos analíticos relevantes para el debate académico, la formulación de políticas públicas y la intervención social en contextos indígenas, promoviendo prácticas institucionales basadas en el diálogo intercultural, la autonomía y el respeto por los sistemas normativos propios.

Referencias

Aguilar, G. (19 de septiembre de 2020). Entrevista al palabrero, miembro de la Junta Mayor de Palabreros [Entrevista]. Entrevistador: R. U. Acero.

Asamblea Nacional Constituyente. (1991). Constitución Política de Colombia. Bogotá.

Brito-Uriana, F. (20 de julio de 2020). Entrevista a la Autoridad Tradicional de Bahía Hondita [Entrevista]. Manaure, La Guajira, Colombia.

Chacin, H. (2016). Asombros del pueblo wayuu. Fondo Editorial UNERMB.

Congreso de Colombia. (1993). Ley 60 de 1993. Bogotá.

Congreso de la República de Colombia. (2012). Ley 1564 de 2012, por medio de la cual se expide el Código General del Proceso y se dictan otras disposiciones. Bogotá.

Corte Constitucional de Colombia. (1992). Sentencia T-605/92. Magistrado Ponente: Eduardo Cifuentes Muñoz, Bogotá. https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/1992/T-605-92.htm

Corte Constitucional de Colombia. (1996). Sentencia C-139/96. Magistrado Ponente: Carlos Gaviria Díaz, Bogotá. https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/1996/C-139-96.htm

Corte Constitucional de Colombia. (1996). Sentencia T-349/96. Magistrado Ponente: Carlos Gaviria Díaz, Bogotá. https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/1996/T-349-96.htm

Corte Constitucional de Colombia. (1998). Sentencia SU-510/98. Magistrado Ponente: Eduardo Cifuentes Muñoz, Bogotá. https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/1998/SU-510-98.htm

Corte Constitucional. (2010). Sentencia T-617/10. Bogotá.

Corte Constitucional. (2014). Sentencia C-463/14. Bogotá.

Giraldo, A. (2012). Metodología y técnica de la investigación socio jurídica. Universidad de Ibagué.

Hostein, N. (2010). El pueblo wayuu de la Guajira colombo-venezolana: un panorama de su cultura. Cuadernos de Antropología, (20), 1-25.

Junta Mayor Autónoma de Palabreros Wayúu. (2012). Plan especial de salvaguarda del Sistema Normativo Wayúu aplicado por el Pütchipü'üi. Universidad de La Guajira.

Martínez, J. (2011). Métodos de investigación cualitativa. Revista de Investigación Silogismo, 2-43.

Ministerio de Cultura Colombia. (2015). Caracterizaciones de los pueblos indígenas de Colombia. Bogotá.

Ministerio de Cultura de Colombia. (2009). Resolución 2733 de 2009. Bogotá.

Olarte-Olarte, María Carolina. 2019. "From Territorial Peace to Territorial Pacification: Anti-Riot Police Powers and Socio-Environmental Dissent in the Implementation of Colombia's Peace Agreement". Revista de Estudios Sociales 67: 26-39. https://doi.org/10.7440/res67.2019.03

Polo, N. (2018). El sistema normativo wayúu. Módulo intercultural. Universidad Sergio Arboleda.

Ponce, P. (2006). Resolución de conflictos en la sociedad Wayuu contemporánea. Frónesis, 1-6.

Presidencia de la República. (1993). Decreto 1088 de 1993. Bogotá.

Stavenhagen, R. (2006). Antología. Grandes temas de la antropología jurídica. V Congreso de la Red Latinoamericana de Antropología Jurídica. Red Latinoamericana de Antropología Jurídica.

Velásquez, C., & Quintero, E. (2012). La conciliación en el sistema normativo wayúu como expresión del poder de la palabra y la retórica mediada por el pütchipu o palabrero. Comunicación y Ciudadanía, 6, 110-115.

CAPÍTULO 11

Diagnóstico de la planificación administrativa y gestión del tiempo como base para el desarrollo de un modelo de evaluación del desempeño laboral.

María Juana Hernández Flores, Maximino, Sánchez Muñoz y Guadalupe Jiménez González

Afiliación Institucional: Universidad Da Vinci / Tecnológico Nacional de México- -Tecnológico de Estudios Superiores de Ixtapaluca, Tecnológico de Estudios Superiores de Huixquilucan

País México

Sobre los autores

María Juana Hernández Flores: Candidata a Doctora en Administración por la Universidad Da Vinci, Profesora de Tiempo Completo por el Tecnológico Nacional de México-Tecnológico de Estudios Superiores de Ixtapaluca, Profesora en Posgrado, Licenciatura y Bachillerato, Investigadora enfocada al desarrollo, desempeño y productividad del talento humano, autora de los siguientes artículos: La Ventaja Competitiva aplicada en la calidad de un valor intangible, fortalecimiento en el liderazgo de la alta dirección pedagógica, La calidad de un valor intangible como ventaja competitiva, Comunicación interna organizacional, aplicable ante home office, en la empresa, Caso Práctico de Business Intelligence, Planeación estratégica enfocada al área de producción en micronegocio de giro industrial, Caso práctico sobre la mejora de calidad.

Correspondencia: maria.hf@ixtapaluca.tecnm.mx

Maximino Sánchez Muñoz: Cuenta con el grado de Doctora en Dirección de Organizaciones por la Universidad del Distrito Federal. Licenciado en economía, especialista en instituciones administrativas y finanzas públicas y maestro en urbanismo por la facultad de estudios superiores Acatlán de la universidad nacional autónoma de México. Desde el año 2008 se desempeña como académico en la FES Acatlán, donde realiza actividades de docencia, investigación y vinculación académica. Es profesor de tiempo completo titular "a" en el tecnológico de estudios superiores de Huixquilucan su labor académica ha sido reconocida a nivel nacional, destacando el proyecto innovación disruptiva y cambio organizacional, premiado en el verano internacional de investigación y tecnología del TecNM en 2024 y es autor de diversas publicaciones científicas.

Correspondencia: maximino.s.m@huixquilucan.tecnm.mx

Guadalupe Jiménez González: Doctora en Dirección de Organizaciones por la Universidad del Distrito Federal, cuenta con la maestría en Administración de Negocios y es Licenciada en Administración. Reside en Naucalpan, Estado de México, y se desempeña como profesora de tiempo completo en el Tecnológico de Estudios Superiores de Huixquilucan, donde desarrolla funciones

académicas y de gestión como presidenta de academia, tutora, asesora y docente. Ha participado en programas y eventos como el Programa Delfín, el Verano Científico del CENIDET e INNOVATEC, colaborando como asesora, jurado y moderadora. Posee acreditaciones en tutoría, formación docente, gestión en la vinculación de la formación dual e impartición de cursos para el desarrollo de capital humano. Además, ha establecido colaboración con los Tecnológicos de Ecatepec, Ixtapaluca y Jocotitlán mediante ponencias y publicaciones nacionales e internacionales, lo que le permitió obtener recientemente el reconocimiento de Perfil Deseable.

Correspondencia: guadalupe.j.g@huixquilucan.tecnm.mx

Resumen

La presente investigación tiene como propósito realizar un diagnóstico de planificación administrativa y la gestión del tiempo como base para el desarrollo posterior de un modelo orientado a la evaluación del desempeño laboral. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo y diseño correlacional, mediante la aplicación del cuestionario de autopercepción a 122 colaboradores de una institución educativa de nivel superior. El instrumento considero factores relacionados con el establecimiento de metas y prioridades, la mecánica de planificación y programación, el control percibido del tiempo y la organización conductual frente a las tareas. Para el análisis de la asociación entre las puntuaciones obtenidas se utilizó el coeficiente Rho de Spearman. Los resultados mostraron una asociación positiva y estadísticamente significativa entre las puntuaciones de planificación administrativa sistemática y los indicadores relacionados con la organización y la gestión del tiempo ($\rho = 0.308$; $p < 0.0001$). estos resultados constituyen evidencia diagnostica que sirve como base para formular una propuesta conceptual del modelo orientado a una futura evaluación del desempeño laboral.

Palabras Claves: Desempeño laboral, Gestion, Planificación Administrativa.

Diagnosis focused on the creation of a Systematic Administrative Planning Model, which helps the Evaluation of Work Performance

Abstract

The purpose of this research is to conduct a diagnosis of administrative planning and time management as a basis for the subsequent development of a model oriented toward the evaluation of job performance. The study was conducted using a quantitative approach and correlational design, through the application of a self-perception questionnaire to 122 employees of a higher education institution. The instrument considered factors related to goal and priority setting, planning and scheduling mechanics, perceived time control, and behavioral organization in relation to tasks. For the analysis of the association between the obtained scores, the Spearman's Rho coefficient was used. The results showed a positive and statistically significant association between the scores of systematic administrative planning and the indicators related to organization and time management ($\rho = 0.308$; $p <$

0.0001). These results constitute diagnostic evidence that serves as a basis for formulating a conceptual proposal of the model aimed at a future evaluation of job performance.

Keywords: Work Performance, Evaluation, Administrative Planning.

Introducción

Hoy en día, las empresas tienen una estructura centrada en el proceso productivo; sin embargo, se han enfocado únicamente en generar productos o servicios. Por ello, al determinar los recursos, es necesario que el área de recursos humanos o cada área cuente con una valoración más amplia, de modo que se proyecta que la productividad de la empresa aumente mediante el desempeño laboral. Dentro de las empresas, muchas de las veces se han enfatizado los cuatro recursos existentes, para que se pueda trabajar de manera planificada con ellos a través del proceso administrativo, sin embargo, no todos los recursos son usados de manera eficiente, lo que llevará a que los resultados laborales no sean los óptimos. Es por ello que los planteamientos de Enrique Benjamín Franklin en Introducción a la Administración: Evolución, aplicaciones y tendencias respaldan la importancia de la planificación administrativa como un proceso sistemático orientado a la organización, dirección y control de los recursos institucionales.

La investigación responde a una demanda actual de innovación tecnológica y de trabajo colaborativo por medio de la gestión del talento humano, buscando que esta directriz sea un aporte para un enfoque multidisciplinario en el que posteriormente apoye a contribuir en las ciencias de la administración, y la psicología organizacional. Por lo que el objetivo a cumplir es diagnosticar la realción entre la planificación administrativa sistemática y los factores asociados con la organización y la gestión del tiempo, como base para el desarrollo de una propuesta conceptual orientada a la evaluación del desempeño laboral.

Por ello surge la siguiente interrogante: ¿Qué tanto aporta un diagnóstico a la creación de un modelo de planificación administrativa sistemática y los factores organizacionales y gestión del tiempo?, la investigación parte del reforzamiento para la aplicación de modelos actuales que apoyen la valoración del desempeño desde la perspectiva emocional, proponiendo un sistema para contribuir en la productividad de los colaboradores. Se plantea una metodología cuantitativa bajo un diseño correlacional, para validar el modelo de planificación administrativa sistemática. Esta investigación busca optimizar recursos humanos y tecnológicos mediante mediciones objetivas y continuas, promoviendo así una gestión más precisa y adecuada del desempeño laboral. Uno de los principales antecedentes corresponde a la investigación desarrollada por Theresa Hoff Macan en College Students' Time Management: Correlations With Academic Performance and Stress, la cual analiza la relación entre la gestión del tiempo, el desempeño y el estrés, aportando las bases teóricas para la adaptación del instrumento utilizado en este estudio, particularmente en factores como establecimiento de metas, planificación y control del tiempo.

Por otra parte, las aportaciones de Gary W. Bohlander en Administración de Recursos Humanos fortalecen el análisis de la evaluación del desempeño como una herramienta estratégica para favorecer la productividad y la eficiencia institucional. En complemento, investigaciones como Estructura factorial y propiedades psicométricas de la Time Management Behavior Scale (TMBS) en población universitaria colombiana aportan evidencia sobre la validez de los factores relacionados con organización, planificación y control del tiempo. De esta manera, con base en el objetivo de la investigación y en las variables efectivamente operacionalizadas, se establecieron las siguientes hipótesis: Hipótesis nula (H_0): No existe una asociación estadísticamente significativa entre la planificación administrativa sistemática y lo factores asociados a la organización y gestión del tiempo. Hipótesis alterna (H_1): Existe una asociación estadísticamente significativa entre la planificación administrativa sistemática y los factores asociados con la organización y la gestión del tiempo.

Metodología:

La metodología se fundamenta en un enfoque de estudio de caso metodológicamente cuantitativo, que integra técnicas cuantificables para validar el diagnóstico de un sistema administrativo. Este estudio se centra en una organización de tipo público e institucional del ramo educativo. En esta investigación correlacional se asocia con el análisis de dos variables que buscan estudiar si existe relación entre el proceso de planificación administrativo y el desempeño laboral, por lo que los sujetos de estudio serán todas aquellas personas que realicen su registro de asistencia a través de un dispositivo electrónico; partiendo de ahí, se hace la selección de la población, siendo estos 179 colaboradores de la institución los cuales se clasifican orgánicamente como personal administrativo-operativo, ramificados en administrativos y docentes.

La estructura metodológica considera como variable principal la planificación administrativa sistemática y, para efectos del diagnóstico correlacional, un conjunto de factores asociados con la organización y la gestión del tiempo. Estos factores comprenden el control percibido del tiempo, la organización conductual frente a la tarea y otros elementos relacionados con el establecimiento de metas y la planificación de actividades.

Es importante precisar que estos factores no constituyen una medición directa e integral del desempeño laboral. Su utilización en la presente investigación responde a su valor como indicadores de diagnostico potencialmente asociados con determinadas condiciones de organización del trabajo. Por tanto, la evaluación objetiva del desempeño laboral se plantea como una finalidad posterior del modelo propuesto y no como una variable medida directamente mediante instrumento aplicado.

En consecuencia, el análisis estadístico se orienta a identificar la asociación entre las puntuaciones de planificación administrativa sistemática y los factores relacionados con la organización y gestión del tiempo, sin establecer relaciones causales ni afirmar que el instrumento utilizado constituye una evaluación objetiva del desempeño laboral.

Por lo que para poder ejecutar la recolección de datos se considera la población descrita a continuación, bajo la cual se valida el tamaño de muestra, considerando al personal operativo como un universo de 179 y una clasificación de este por medio de Docentes y administrativos de la organización.

Ecuación para determinar la muestra:

$$n = \frac{N * z_{\alpha}^{2} * p * q}{e^{2} * (N-1) + z_{\alpha}^{2} * p * q}$$

Sustitución de la formula muestral

n = Muestra¿?
N = Población o Universo 179
z = Nivel de confianza 95% = 1.96
p = Probabilidad de que ocurra el evento (éxito) 50% = 0.5
q = (1 - p) Probabilidad de que No ocurra el evento estudiado 50% = 0.5
e = Margen de error 5% = 0.05
n= 122.32
n= 122 Encuestas

La muestra está compuesta por una población total de 179 colaboradores de la institución educativa, tomada exclusivamente a personal operativo que es quien registra su asistencia de manera digital y quienes se dividen en dos categorías: administrativos y docentes. La muestra permitirá iniciar el desarrollo y estructura del modelo, por lo que la muestra de 122 colaboradores se establece para recabar la información por medio de la plataforma Microsoft Forms. El cuestionario está compuesto por una escala de Likert con valoraciones de 5 puntos, desde (1) casi nunca cierto hasta (5) muy a menudo cierto. El instrumento aplicado estuvo integrado por 18 reactivos en total. De ellos 15 correspondieron a los cuatro factores analizados: establecimiento de metas y prioridades, mecánicas de planificación y programación, control percibido del tiempo y organización conductual frente a la tarea. Los tres reactivos restantes correspondieron a los datos generales de los participantes.

Para el análisis estadístico de las variables de estudios se utilizaron los reactivos correspondientes a los factores analizados. Esta estructura se mantuvo de manera uniforme en la aplicación definitiva, el procesamiento de los datos y la interpretación de resultados.

El instrumento de recolección de datos fue diseñado a partir de la adaptación de ítems del cuestionario propuesto por Theresa M. Macan (1990), ajustándose a los objetivos de la presente investigación, centrada en la planificación administrativa sistemática y los factores asociados con la organización y la gestión del tiempo. Para garantizar la validez de contenido, se realizó un análisis teórico de la variable de estudio, identificando como variable predominante la planificación administrativa sistemática. A partir de ello, se desarrolló la matriz de operacionalización de la variable independiente, asegurando la correspondencia entre dimensiones, indicadores e ítems del instrumento. Para evaluar la

claridad, pertinencia y consistencia interna del instrumento se realizó una prueba piloto con 21 participantes, correspondientes aproximadamente al 15% de la muestra definitiva. El grupo determinado como piloto estuvo integrado por 8 colaboradores administrativos y 13 docentes. Los resultados de esta etapa fueron utilizados para valorar el funcionamiento del instrumento antes de la aplicación definitiva. Posteriormente, el instrumento fue aplicado a la muestra definitiva de 122 colaboradores, integrada por personal docente y administrativo, durante el periodo comprendido entre el 29 de enero y el 5 de febrero de 2026. La aplicación del instrumento se realizó a través de la plataforma Microsoft Forms.

La adaptación de los ítems al contexto laboral tuvo como propósito explorar factores relacionados con planificación, organización, y gestión del tiempo en el contexto institucional de estudio. En consecuencia, los factores retomados del instrumento de Macan et al. (1990) no se consideran, por si mismos, una medición integral del desempeño laboral. La evaluación objetiva del desempeño constituye una fase posterior que debería incorporar indicadores específicos y procedimientos de medición independiente.

Para determinar la consistencia interna del instrumento se calculó el coeficiente alfa de Cronbach con los datos correspondientes a la aplicación definitiva. El análisis incluyo las respuestas de 122 participantes y los 15 reactivos correspondientes a los factores de estudio; obteniéndose un coeficiente de $\alpha = 0.873$. Considerando que el coeficiente alfa de Cronbach oscila entre 0 y 1, y que valores superiores a 0.70 son generalmente aceptados en estudios de tipo social, se concluye que el instrumento cuenta con una confiabilidad adecuada para su aplicación en la presente investigación. El valor $\alpha = 0.737$ correspondió a una versión anterior realizada en enero de 2026, bajo otra estructura, mientras que $\alpha = 0.873$ corresponde a la aplicación definitiva realizada con 122 participante y 15 reactivos. Por esta razón, ambos coeficientes no corresponden a la mis aplicación ni la misma estructura de análisis.

Como complemento, se valida el contenido mediante una revisión teórica y la verificación de la correspondencia entre dimensiones, indicadores e ítems, con el fin de asegurar la pertinencia organizacional. Se resalta que el instrumento se adaptó del ámbito académico al laboral, justificando la similitud a partir de los factores analizados.

Para el procesamiento de los datos, se empleó el software estadístico SPSS, el cual, de acuerdo con Awati (2024), es una herramienta ampliamente utilizada para el análisis de datos cuantitativos, permitiendo organizar, analizar e interpretar información numérica. Su uso facilitó la sistematización de los resultados obtenidos, contribuyendo al análisis del comportamiento de las variables estudiadas.

En términos éticos, se garantizó la participación voluntaria de los colaboradores mediante consentimiento informado, asegurando la confidencialidad y el uso exclusivo de los datos con fines académicos. Asimismo, la información recabada fue tratada de manera anónima, evitando la identificación de los participantes y resguardando su privacidad conforme a principios básicos de investigación en contextos organizacionales.

Para llevar a cabo la correlación se lleva a cabo la prueba de contraste de Rho de Spearman descrita a continuación:

N = 122

ρ (rho) = 0.308

p = 0.00026

Nivel de significancia

α = 0.05

Para analizar la asociación entre las puntuaciones correspondientes a la planificación administrativa sistemática y los factores relacionados con la organización y gestión del tiempo, se utilizó el coeficiente de Rho Spearman. La elección de esta prueba se fundamento en la naturaleza ordinal de las respuestas obtenidas mediante una escala tipo Likert. Se obtuvo un coeficiente de correlación ρ (rho) = 0.308, con un n= 122 participantes y un valor de p = 0.00026, considerando un nivel de significancia de α = 0.05.

El resultado indica una asociación positiva y estadísticamente significativa, de magnitud baja moderada, entre las puntuaciones analizadas. Este resultado permite identificar una relación estadística entre la planificación administrativa sistemática y los factores asociados con la organización y gestión del tiempo; sin embargo, debido al diseño correlacional y la naturaleza de autopercepción del instrumento, no permite establecer causalidad ni demostrar una mejora directa del desempeño laboral.

Planificación Administrativa Sistemática

A partir de diversos elementos que son base para esta investigación, se desprende el siguiente contexto que cimienta el surgimiento de la investigación:

Objetivo: Diagnosticar la relación de la planificación administrativa sistemática y los factores organizacionales y gestión del tiempo.

Como parte de la problemática, se expone que, en el contexto organizacional actual, caracterizado por entornos altamente competitivos, dinámicos y orientados a resultados, las organizaciones afrontan desafíos constantes y el optimizar sus procesos laborales para garantizar eficiencia, coordinación y control en el desarrollo de sus actividades es uno de ellos. Desde el punto de vista teórico, esta investigación contribuye a fortalecer el campo de la gestión administrativa al integrar la planificación sistemática como eje articulador del desempeño organizacional. En el ámbito práctico, permitirá identificar áreas de mejora en los procesos laborales, lo que favorecerá una gestión estructurada y orientada a resultados. Asimismo, desde la perspectiva metodológica, el estudio permite la asociación entre la planificación administrativa sistemática y los factores relacionados con la organización y gestión del tiempo, aportando evidencia diagnóstica que puede contribuir a la identificación de áreas susceptibles de fortalecimiento y servir como base para el desarrollo posterior de un modelo de evaluación del desempeño laboral.

En términos sociales y organizacionales, fortalecer los procesos laborales mediante la planificación administrativa sistemática, lo que beneficia ambientes de trabajo más organizados, transparentes y productivos, repercutiendo en una mejor calidad del servicio, mayor competitividad institucional y mayor satisfacción laboral; a partir de esto surge el siguiente cuestionamiento: ¿Qué tanto aporta un diagnóstico a la creación de un modelo de planificación administrativa sistemática y los factores organizacionales y gestión del tiempo?. Por lo anterior, resulta pertinente y necesario determinar la importancia de fortalecer los procesos laborales mediante la planificación administrativa sistemática, evaluando su impacto en la eficiencia, coordinación y control de las actividades laborales, con el fin de generar conocimiento aplicable que contribuya a la mejora continua y sostenibilidad organizacional.

Contexto administrativo sistemático para los factores organizaciones y de gestión del tiempo.

> "La Administración es el manejo inteligente de los recursos estratégicos de una organización para lograr una ventaja competitiva sostenible. En otras palabras, la organización requiere de una serie de actividades y operaciones para estructurar y utilizar los recursos para realizar las tareas, Con una dirección y sentido, De manera que sus resultados estén dentro del rango deseado." (Franklin, 2019, p4)

La administración de las empresas deriva de un proceso administrativo en el cual se establecen fases como la mecánica, la cual se enfoca en la estructura y la forma de alcanzarlos, mientras que la fase la dinámica, desplegando la ejecución, así como la evaluación de los objetivos. Por lo que, al establecerse las fases para lograr los objetivos, en este caso para la operatividad de la producción, se centra en la planeación, organización, dirección y control, el cual se establece como un sistema gerencial básico, del cual se parte para hacer funcionales los procesos productivos. "La Dirección de Operaciones es decisiva para cada tipo de organización porque sólo puede alcanzar sus metas mediante la acertada dirección de personas, capital, información y materiales." (Carro, 2025)

Para Franklin, (2019) "La planeación es el proceso sistemático y estructurado para aplicar la inteligencia de la organización en la búsqueda de respuestas a preguntas vitales para su diseño, estructura, dirección y control, la cual considera la dinámica del cambio social, en Tanto en el entorno actual como en el escenario futuro".

Basado en Rodríguez (2020), escribe "los principales componentes del sistema administrativo son el flujo de entrada (insumos), el proceso (procesos administrativos) y el flujo de salida (producto: desempeño organizacional). Dichas partes representan una combinación que permite lograr los objetivos." Lo cual se planteó en el sistema administrativo, siendo a partir de aquí que se genera la estructura de las organizaciones: "a) El comportamiento: la gente dedicada a una labor exige cierto entendimiento de las características y conductas individuales. b) La estructura: se refiere a las relaciones relativamente fijas entre los puestos en un organismo. Las relaciones fijas so n producto de la división del

trabajo, la departamentalización, el tramo de control y la autoridad. c) Los procesos: son de toma de decisiones, por medio de las cuales los administradores evalúan los beneficios relativos de estructura de tareas y autoridad (evaluación del desempeño, proceso de recompensas, proceso de comunicación, proceso de toma de decisiones)." (Rodríguez, 2020, p21)

Estructura organizacional

De acuerdo con Charles (2019) estructura organizacional se entiende por la combinación de la ubicación cuando las responsabilidades de la toma de decisiones, la división formal de la organiza y sus unidades y el establecimiento de mecanismos de integración para coordinar las actividades y sus unidades. Por tanto "Procesos organizacionales se refiere a la manera en que se toman las decisiones y se ejecuta el trabajo dentro de la organización. los procesos son conceptualmente distintos de la ubicación de las responsabilidades de tomar decisiones dentro de una organización, aunque ambos implican decisiones. por último, las personas en tendemos no solo a los empleados de la organización, sino también a la estrategia utilizada para reclutar, compensar, retener y a esos individuos y el tipo de personas que son en término de habilidades, valores y orientación."(Charles, 2019, p 386-387)

Evaluación del Desempeño, Bohlander (2018), "que también se conoce como asesoría del desempeño o revisión del desempeño. Las evaluaciones son una herramienta que algunas organizaciones utilizar para mantener y favorecer su productividad facilitar el proceso hacia los objetivos estratégicos."

"Se ha dicho que lo que se mide se hace. Los programas de evaluación proporcionan información qué se puede utilizar en todos los rangos de las actividades de recursos humanos, como promociones transparencias despidos y decisiones salariales." (Bohlander, 2018, p 300-3001)

Con base en Chase (2003) "En general, la productividad se mide en términos de producción por hora de trabajo. Sin embargo, esta medición no asegura que la empresa haga dinero (por ejemplo, cuando la producción extra no se vende y se acumula como inventario)." (p 795)

Desarrollo del Proceso para la obtención de los resultados:

- ***Elaboración del instrumento de investigación.***

Se hace una adaptación del cuestionario dado que el instrumento utilizado en esta investigación corresponde a una adaptación contextual de algunos ítems derivados de la propuesta de Macan et al. (1990), originalmente desarrolada para analizar la gestión del tiempo en una población universitaria. Así mismo la estructura del cuestionario también retoma el fundamento conceptual en la Time Management Bealahavior Scale (TMBS), desarrollada por Macan et al. (1990), la cual contempla dimensiones como el establecimiento de metas y prioridades, las mecánicas de la gestión del tiempo, la preferencia por la organización y la percepción de control del tiempo.

La adaptación realizada consistió en contextualizar los enunciados al ámbito laboral y administrativo de la institución que es el caso de estudio. No se utilizó la escala original en su totalidad ni se asumió la

validez de sus prioridades psicométricas para el nuevo contexto. Por esta razón, la adaptación, la consistencia interna y la validez del instrumento se consideran procesos metodológicos diferenciados.

Dado lo anterior el instrumento de investigación fue evaluado por un panel de expertos integrado por docentes-investigadores y un subdirector académico con formación avanzada y experiencia en administración y gestión organizacional. La evaluación considero seis criterios: claridad, relevancia, pertinencia, congruencia, suficiencia y calidad de la redacción; esto mediante respuestas dicotómicas de Sí/No. Asimismo, se calculó el Coeficiente de Competencia de los Expertos (K), obteniéndose valores de 0.85, 0.88 y 0.92, lo que evidencio un alto nivel de competencia de los evaluadores. Las observaciones y recomendaciones permitieron perfeccionar los reactivos y fortalecer la valides de contenido del instrumento antes de su aplicación.

El cuestionario se divide en 8 apartados, siendo los primeros enfocados a datos generales y categoría del colaborador, de ahí que se ramifique en los apartados tres y cuatro, para distinguir una de las cinco subcategorías según su categoría elegida y la más cercana a sus actividades desarrolladas. Del apartado cinco al ocho se establecen los factores dimensionales (Factor 1. Establecimiento de metas y prioridades, Factor 2. Mecánicas de la planificación y programación, Factor 3. Control percibido del tiempo, así como Factor 4. Preferencia por la desorganización). El instrumento estuvo integrado por 18 reactivos: 15 correspondientes a los cuatro factores analizados y 3 destinados a la recopilación de datos generales de los colaboradores.

- ***Instrumento y técnica de recolección de datos.***

El instrumento compuesto por 18 ítems se carga en la plataforma de Microsoft Forms, con la finalidad de que, a través de la liga de acceso (https://forms.office.com/r/JbJsntQzQb), y de manera fluida, se haga llegar a los colaboradores de la institución.

A través de las áreas directivas de segundo nivel, se solicita de forma escrita la autorización para la aplicación del cuestionario. Mismo que dentro del incluía el consentimiento, para que el colaborador autorizara el uso de su información y sus datos (sin ser de relevancia personal).

La técnica de recolección de datos se realizó mediante la aplicación de un formulario digital, enviado al personal operativo conformado por docentes y operativos, el día 29 de enero, logrando recabar la información entre el 29 de enero y el 5 de febrero de 2026, cuya liga fue enviada a las jefaturas y al departamento de Recursos Humanos. Esta estrategia permitió recopilar información de manera sistemática y eficiente, facilitando el acceso de los colaboradores participantes al instrumento desde cualquier ubicación y asegurando la confidencialidad de las respuestas.

- ***La validación de las variables.***

Para la validación de las variables, se elaboró y analizó la matriz de congruencia y de operacionalización. A partir de este proceso, se determinó que la variable predominante es la independiente, centrada en la planificación administrativa sistemática, mientras que la variable dependiente corresponde factores asociados con la organización y la gestión del tiempo, considerandos como indicadores diagnostico relacionados potencialmente con el desempeño laboral pero no presentan una medición directa del desempeño laboral.

Se realiza la clasificación de los 4 factores arriba mencionados, los cuales con base en la matriz de congruencia se establece la especificación por el rubro que se asocia con cada una de las variables. La matriz de medición orientada a delimitar el cuestionario de las variables de estudio, en la cual se establece la relación entre la variable independiente, denominada planificación administrativa sistemática, y la variable dependiente, correspondiente a los factores asociados con la organización y la gestión del tiempo, considerandos como indicadores diagnostico relacionados potencialmente con el desempeño laboral. La primera se analiza a partir de los factores de establecimiento de metas y prioridades, así como de las mecánicas de planificación y programación, integrando indicadores como la definición de prioridades, la evaluación del avance, la elaboración de listas de tareas y la programación de actividades. Por su parte, la variable dependiente se estructura mediante los factores asociados con la organización y la gestión del tiempo, considerandos como indicadores diagnostico relacionados potencialmente con el desempeño laboral, considerando aspectos como el cumplimiento de horarios, la percepción de control del tiempo, el manejo de la presión temporal y la tendencia a mantener desorden o dejar tareas inconclusas. Ambas variables se clasifican como discretas de tipo ordinal, utilizando una escala de valores que permite medir el grado de presencia de cada indicador a través de diversas afirmaciones planteadas en el cuestionario. En conjunto, la matriz permite operacionalizar las variables y establecer que la planificación administrativa sistemática presenta asociación de los factores asociados con la organización y la gestión del tiempo, los cuales se consideran indicadores diagnósticos potencialmente vinculados con el desempeño laboral.

A partir de la muestra se presenta asociación con la validación de la prueba, tomándose un piloto que sirvió como referente el 15% representado por 22 participantes quienes ayudaron a validar el instrumento e iniciar el desarrollo y estructura del modelo, quedando de más/menos 18≤21, considerando que contesten 8 administrativos y 13 docentes.

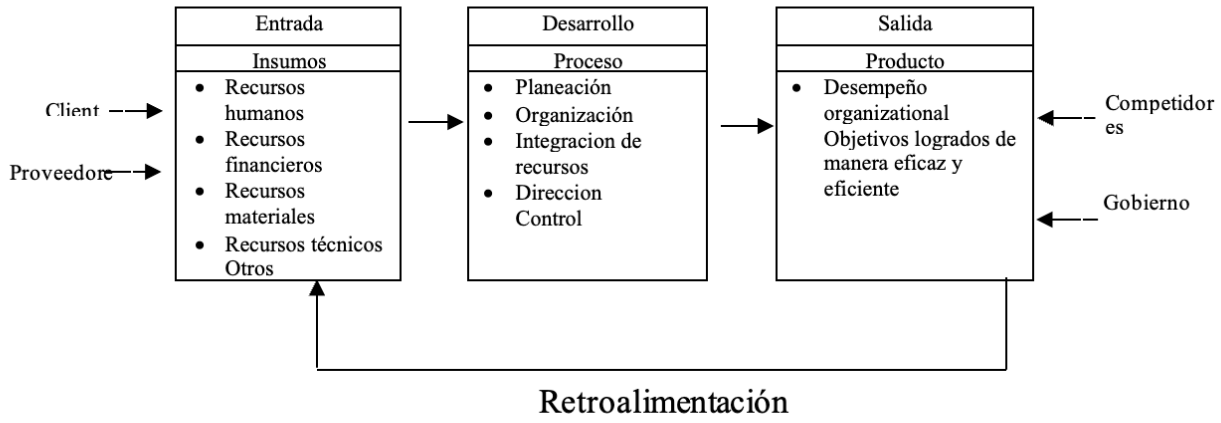
El coeficiente alfa de Cronbach se utilizó exclusivamente como indicador de consistencia interna de los reactivos incluidos en el análisis. El valor obtenido $\alpha = < 0.873$ indica una consistencia interna adecuada para los ítems analizados. No obstante, este coeficiente no constituye por sí mismo evidencia suficiente de validez del constructo, validez de contenido, validez de criterio o unidimensionalidad del

instrumento. Por ello la consistencia interna se considera un componente del proceso de evaluación del instrumento y no una demostración de su validez integral.

Determinación de la Planificación Administrativa sistemática

Dentro de este apartado se asocia con la planificación administrativa, la cual es concebida en la organización como una actividad integradora eficiente para la organización por medio de sus objetivos. La planeación sistemática (figura 1) ayuda a la toma de decisiones efectiva, generando un aporte a beneficio del colaborador y, por tanto, a los objetivos de la organización; se requiere visualizar a la organización como una integración de subsistemas y procesos.

Figura 1
El sistema administrativo



Fuente: [Rodríguez, (2020). Administración con enfoque de sistemas. Ed. Trillas. México. ISBN 978-607-17-3828-8]

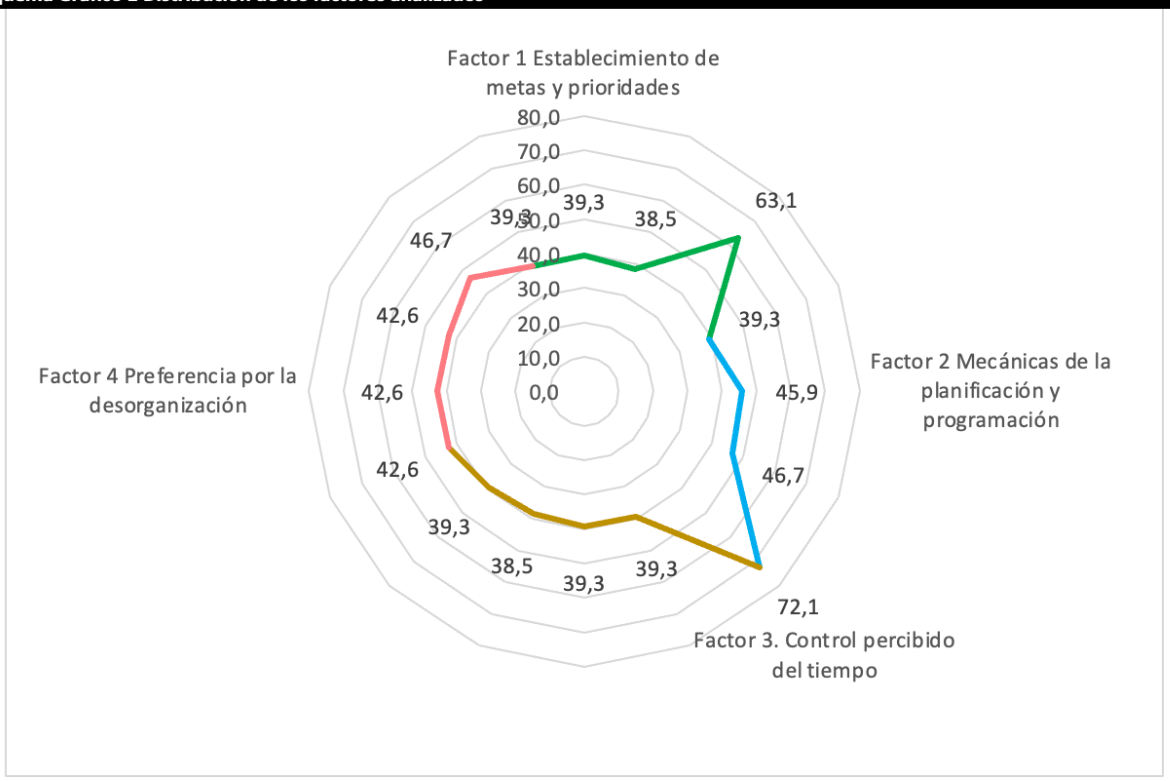
Nota: La figura muestra el sistema administrativo como un proceso en el que diversos insumos o recursos de entrada, ubicados a la izquierda, son transformados mediante el proceso administrativo que incluye funciones como planeación, organización, dirección y control, representado en la parte central, para generar resultados o productos finales situados a la derecha, evidenciando así la relación entre entradas, transformación y salidas dentro de una estructura organizada.

Para esta investigación, la planificación administrativa sistemática se considera un componente organizacional que puede contribuir a estructurar las actividades, establecer prioridades y favorecer el seguimiento de las tareas. La productividad no fue medida directamente mediante el instrumento aplicado, por lo que no se presenta como un resultado empírico del estudio. Su incorporación dentro del modelo corresponde a una posibilidad de análisis para una etapa posterior, en la que debería incorporarse indicadores objetivos que permitan evaluar su posible relación con la planificación administrativa.

- ***Recopilación de datos con los colaboradores.***

A partir de la recopilación de datos apoyado en la matriz de análisis, donde se sintetizan los datos para poder determinar los factores y los resultados de predominancia por cada uno de ellos, basado en los datos que arroja el formulario aplicado.

Figura 2
Esquema Grafico 1 Distribución de los factores analizados



Fuente: [Elaboración Propia; Hernández, Flores MJ (2026).]

Nota: El gráfico tipo radar muestra la distribución de las puntuaciones obtenidas en los cuatro factores analizados. Los resultados permiten identificar diferencias descriptivas entre los factores relacionados con el establecimiento de metas y prioridades, las mecánicas de planificación y programación, el control percibido del tiempo y la preferencia por la desorganización. Estas diferencias se interpretan como tendencias observadas en las respuestas de los participantes y no como evidencia de influencia causal sobre el desempeño laboral.

La figura 2 presenta los valores corresponden al porcentaje promedio de respuestas favorables obtenidas en cada factor; relacionados con la gestión del tiempo y la planificación, cada uno acompañado de valores que parecen corresponder a mediciones (probablemente cargas factoriales o puntuaciones). De esta manera, el análisis que se realiza sobre la variable independiente, la cual está enfocada en el sistema de planificación y que muestra por medio del factor 1 (establecimiento de metas y prioridades) valores altos, lo cual indica que es un componente fuerte para el modelo, lo que sugiere la definición de objetivos claros, lo cual evidencia una tendencia favorable en este componente de la planificación administrativa sistemática. Estos resultados permiten identificar áreas relevantes para el diagnóstico organizacional y plantea una posible relación con condiciones asociadas al desempeño laboral, cuya evaluación objetiva debe realizarse en una fase posterior mediante indicadores específicos.

De la misma manera, el factor 2 (mecánicas de planificación) presenta valores relativamente elevados, lo que refleja la importancia del uso de herramientas y técnicas de planificación, las cuales muestran un peso importante, ligeramente menor al de metas.

Por otro lado, la variable dependiente, la cual se define por medio factores asociados con la organización y la gestión del tiempo, considerandos como indicadores diagnostico relacionados potencialmente con el desempeño laboral, hace visible el factor 3 (control percibido del tiempo), manteniendo valores altos, lo que da a entender que la percepción del dominio del tiempo se convierte en un elemento clave para la eficiencia del personal. Observándose una complementación por parte del factor 4 (preferencia a la desorganización), la cual presenta valores más bajos con los factores anteriores; sin embargo, se apunta una reacción inversa o de menor impacto en el desempeño, indicando que la desorganización es algo que afecta de manera negativa.

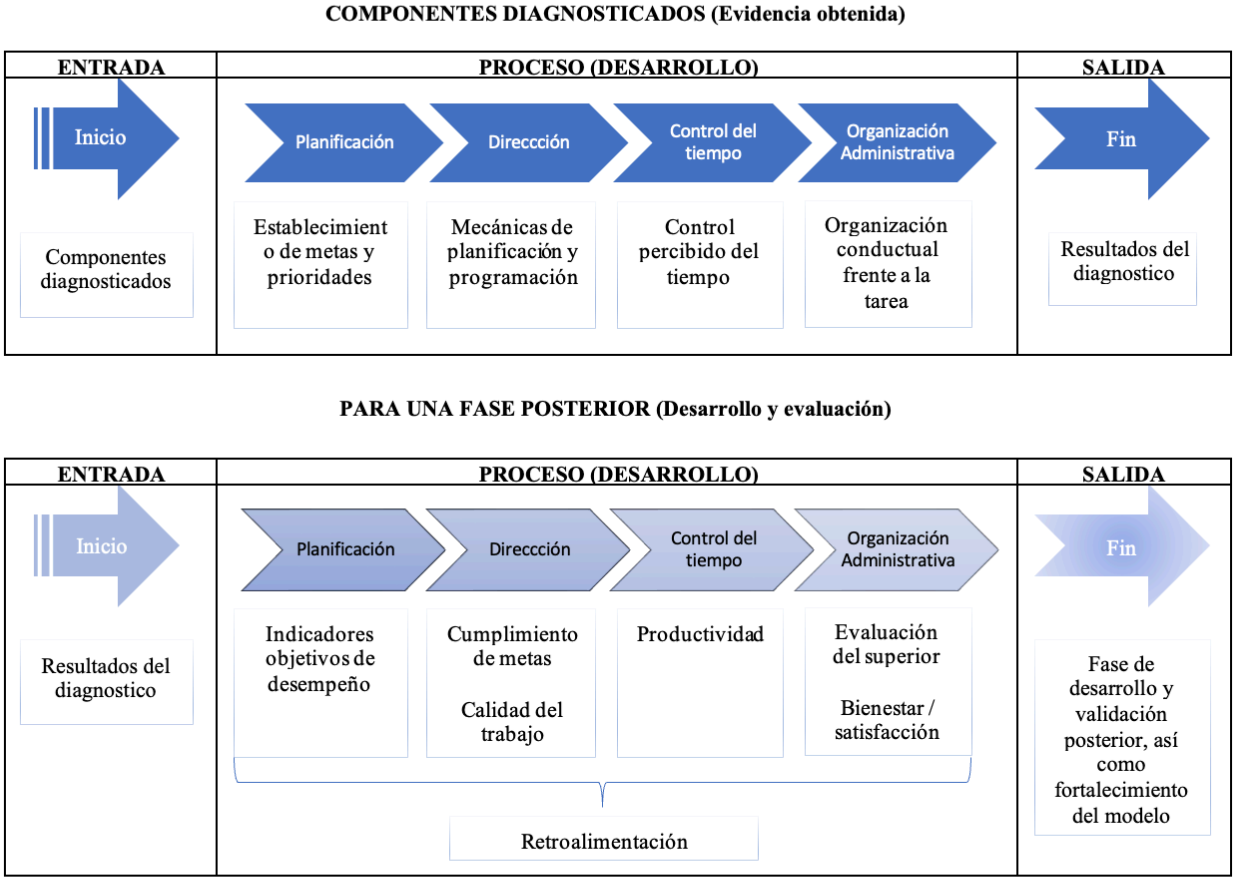
- ***Recopilación Análisis correlacional entre las variables de estudio***

Para analizar la asociación entre las puntuaciones de planificación administrativa sistemática y los factores relacionados con la organización y gestión del tiempo se utilizó el coeficiente de Rho de Spearman. La elección de esta prueba se fundamentó en la naturaleza original de las respuestas obtenidas mediante escala tipo Likert. La asociación observada fue positiva y estadísticamente significativa ($\rho = 0.308$; $p < 0.001$; $n = 122$). La magnitud de coeficiente representa una asociación baja a moderada. Este resultado permite identificar una relación estadística entre puntuaciones analizadas, pero no permite establecer causalidad ni afirmar que la planificación podría favorecer en el desempeño laboral.

Con base en el análisis de Rho de Spearman, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1), respecto de la asociación entre las puntuaciones de planificación administrativa sistemática y los factores relacionados con la organización y gestión del tiempo. El resultado obtenido ($\rho = 0.308$; $p < 0.001$; $n = 122$) evidencia una asociación positiva y estadísticamente significativa entre las puntuaciones analizadas. Este resultado no implica causalidad ni permite afirmar que la planificación administrativa sistemática mejore directamente el desempeño laboral, debido a que este último no fue medido mediante indicadores objetivos en la presente investigación.

Los resultados indican, que la planificación administrativa constituye un elemento relevante para favorecer condiciones organizacionales asociadas al desempeño del personal, particularmente en aspectos relacionados con el establecimiento de metas, la organización de actividades y el control del tiempo.

Figura 5
Modelo Administrativo



Fuente: [Elaboración Propia; Hernández, Flores MJ (2026).]

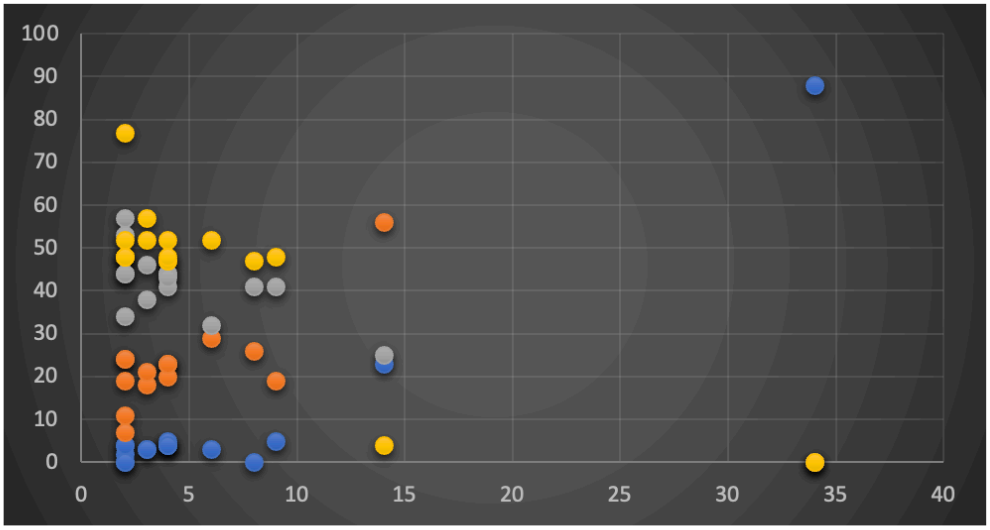
NOTA: La figura representa un modelo administrativo basado en un proceso sistemático que inicia con la planificación administrativa, la cual establece las bases de organización y dirección. Posteriormente, el proceso integra la dirección, el control del tiempo y la organización administrativa mediante mecanismos de planeación y programación, así como el procesamiento analítico de la información. Además, incorpora indicadores de desempeño para evaluar factores relacionados con la productividad y el entorno laboral. Finalmente, el modelo concluye con la evaluación del desempeño, permitiendo medir los resultados obtenidos y verificar el cumplimiento de los objetivos establecidos. Conviene resaltar que el primer sistema se estructura mediante componentes obtenidos a través de la evidencia empírica. En tanto los componentes propuestos en la fase de desarrollo, se busca aplicar en el desarrollo, validación posterior del modelo.

Planificación Administrativa sistemática como directriz de los factores organizaciones y de gestión del tiempo.

Basado en los conceptos de administración, la planificación se convierte en la conducción creativa de los recursos estratégicos de una organización; para el caso de esta investigación, los colaboradores vistos como parte operativa en la estructura de los recursos humanos, y enfocado por medio de la teoría de Taylor, donde se establece la optimización de los recursos por medio de la planeación. Por tanto, el sistema administrativo se relaciona a través de la toma de decisiones para poder llegar a planear, organizar, dirigir y controlar todo aquel esfuerzo que desarrolla el personal en la organización. Por tanto, la unión de subsistemas técnicos, psicosociales y estructurales de las

organizaciones requiere de la optimización a través de la dirección, la tecnología, la organización del

Figura 3
Esquema grafico 2 Asociación entre las puntuaciones de planificación administrativa sistemática y los factores relacionados con la organización y la gestión del tiempo.



Fuente: Elaboración Propia Elaboración Propia; Hernández, Flores MJ (2026).

NOTA: La figura presenta la distribución de las puntaciones obtenidas por los 122 participantes. La asociación entre las puntuaciones fue analizada mediante el coeficiente RhoSpearman ($\rho = 0.308$; $p < 0.001$; $n = 122$). La representación gráfica tiene carácter descriptivo y complementa el análisis correlacional.

personal, entre otros recursos complementarios, que apoyen en el cumplimiento de las metas.

Con base en la figura 3, con base en las respuestas obtenidas, se observaron tendencias favorables en los factores relacionados con el establecimiento de metas y prioridades. Los participantes reportaron prácticas asociadas con la organización de tareas, definición de responsabilidades y seguimiento de objetivos. Estos resultados describen patrones de autopercepción relacionados con la planificación y organización del trabajo, por lo que no deben interpretarse como una evaluación objetiva del desempeño laboral.

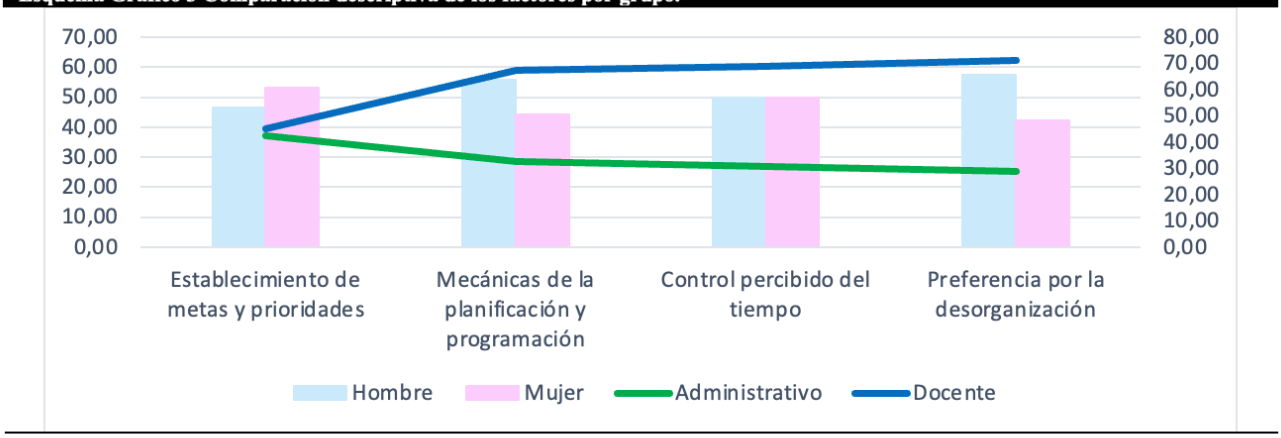
Por otro lado, el control percibido del tiempo maneja un nivel intermedio. Se observa que algunos logran cumplir con horarios y pueden manejar presión temporal. Sin embargo, permanecen dificultades como la subestimación del tiempo requerido para las tareas, por lo que muestran una sensación de sobrecarga ante múltiples actividades. Mientras que en el factor que se relaciona con la desorganización muestra indicadores que requieren de atención. Esto se debe a que, si se manifiesta desorden en el espacio de trabajo, esto direcciona una tendencia a dejar tareas inconclusas o algunas sin seguimiento. Por lo que se ve necesario fortalecer la planificación anticipada y, en la organización, favorece el control del tiempo, para lograr optimizar el desempeño.

Propuesta conceptual del modelo de planificación administrativa sistemática derivada del diagnóstico de los colaboradores.

A partir de los resultados obtenidos en el diagnóstico, se plantea una propuesta conceptual de planificación administrativa sistemática orientada a contribuir, en una fase posterior, una base para la investigación objetiva del desempeño laboral. En esta investigación, el modelo no ha sido implementado ni validado empíricamente; por tanto, los elementos que lo integran representan una propuesta derivada de la evidencia diagnostica y no los resultados comprobados de su funcionamiento.

De esta manera, esta investigación apoya a que la planificación pueda dejar de ser solamente un proceso explicativo para los colaboradores y que pueda convertirse en un sistema medible, el cual se cimente en métricas de desempeño laboral, las cuales permitan concluir en niveles de productividad a partir de otros patrones. Por tanto, el esquema gráfico 3 muestra que los docentes presentan puntuaciones promedio superiores en los factores analizados; sin embargo, estas diferencias requieren análisis estadísticos complementarios para determinar su significancia. Sin embargo, hace visibles diferencias entre grupos administrativos-docentes y hombres-mujeres, los cuales representan las tendencias con base en cada uno de los factores. Marcando tendencias que hacen visible nuevamente que puede fortalecerse el trabajo de planificación anticipada que se apoye en herramientas de tipo momentáneo y el control del tiempo, para que con ello se logre una evaluación de desempeño más objetiva.

Figura 3
Esquema Grafico 3 Comparacion descriptiva de los factores por grupo.

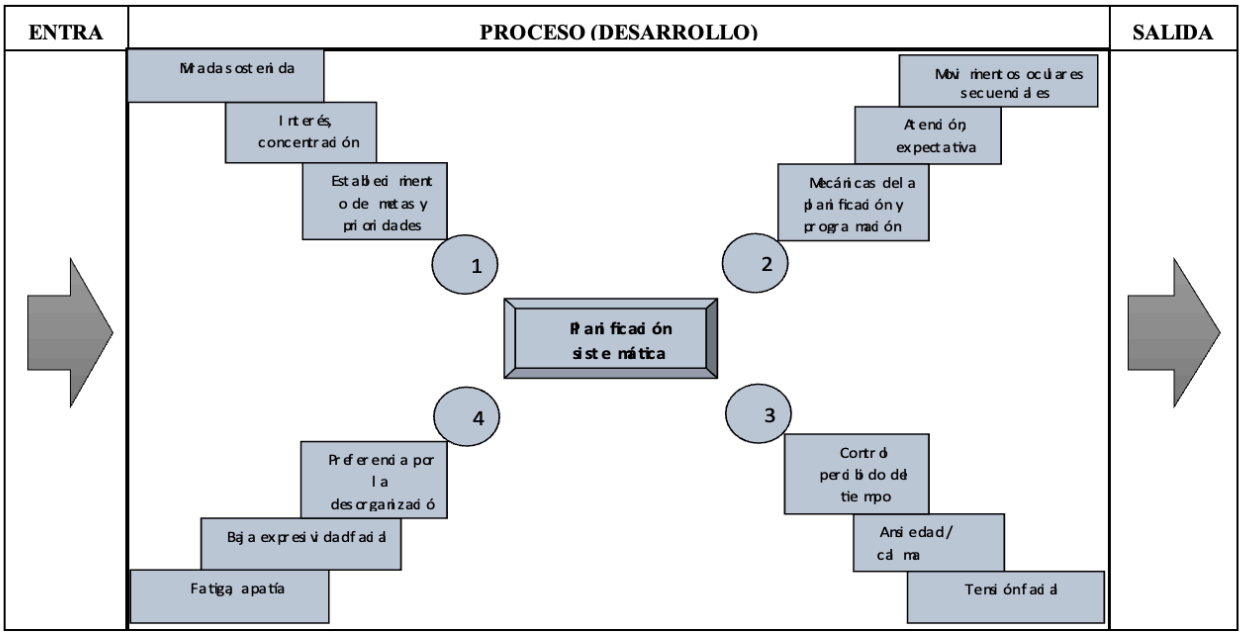


Fuente: [Elaboración Propia; Hernández, Flores MJ (2026).]

NOTA: El gráfico muestra que las mujeres destacan ligeramente en el establecimiento de metas, mientras que los hombres presentan mejores resultados en la planificación, pero también mayor tendencia a la desorganización; en el control del tiempo ambos grupos se mantienen similares. Por otra parte, el personal docente presenta una tendencia más alta y creciente en todos los factores, a diferencia del administrativo, que muestra un descenso, lo que muestra una diferencia descriptiva en las puntuaciones observadas entre ambos grupos; esta diferencia no se interpreta como estadísticamente significativa debido a que no se realizo prueba inferencial especifica de comparación.

La figura mostrada en el esquema 4, el cual se basa en un modelo conceptual de planificación sistemática administrativa, se genera bajo el método del sistema abierto (entrada-proceso-salida), lo que fundamenta de manera metodológica el desarrollo del modelo de planificación administrativa, que busca factores asociados con la organización y gestión del tiempo, infiriendo en la productividad. Visto desde la perspectiva de la planificación sistemática, no es solo algo funcional meramente administrativo; se busca que pueda convertirse en un proceso dinámico que logra articular inicialmente dos variables (el sistema administrativo y el desempeño laboral) y que, posterior a ello, se desprenden variables que se compaginen con conocimientos actitudinales que impacten en el desempeño.

Figura 4
Modelo conceptual de planificación administrativa sistematica.



Fuente: [Elaboración Propia; Hernández, Flores MJ (2026).]

NOTA: La figura representa un modelo de planificación sistemática administrativa estructurado en tres fases: entrada, proceso y salida; en la entrada se consideran factores iniciales, mientras que en el proceso la planificación se desarrolla en etapas que incluyen motivación, establecimiento de metas, programación, control del tiempo y evaluación de aspectos emocionales y de desempeño, para finalmente generar en la salida los resultados derivados de la aplicación organizada de estos elementos en la gestión.

En el esquema 4 se logra observar dentro del desarrollo (proceso central) la planificación sistemática, la cual representa un núcleo integrador de las variables, articulando las cuatro fases (1 establecimiento de metas y prioridades, 2 mecánicas de planificación y programación, 3 control percibido del tiempo y 4 organización conductual frente a la tarea) de manera interrelacionada. Por lo que cada una de estas fases se ha buscado que se relacionen con el desempeño laboral, siendo de esta manera que se pretende mejorar la productividad. La propuesta de contar con un modelo de planificación administrativa sistemática busca contar con una medición del desempeño más objetivo y preciso fundamentado de manera empírica.

En la fase de entrada y salida, del modelo de planificación administrativa sistemática proyecta la productividad como resultado observable del proceso planificador. Desde el enfoque metodológico, la productividad no se mide únicamente en términos cuantitativos tradicionales (cumplimiento de metas o tiempos), sino que se puede apoyar en de patrones de comportamiento organizacional. Por tanto, se desprende el modelo sistemático que se estructura para su funcionalidad en la figura 5.

Los resultados muestran tendencias importantes en los factores analizados; sin embargo, deben verse como evidencia descriptiva y correlacional, sin sugerir relaciones causales directas. Con base en los resultados obtenidos, se pueden proponer acciones y mejoras para la organización. Estas se detallan en la siguiente sección como una teoría basada en el diagnóstico realizado.

La figura 5 genera la propuesta que se presenta a continuación corresponde a una construcción conceptual derivada de los resultados del diagnóstico. Los componentes incorporados en esta fase fueron no fueron implementados ni validados empíricamente en la presente investigación. Por tanto, su inclusión presenta una propuesta para una etapa posterior de desarrollo y validación del modelo de evaluación del desempeño laboral. En la primera parte se propone realizar una planificación basada en un proceso estructurado que facilite el desarrollo gradual y organizativo en cuanto a las tareas. Como siguiente elemento se propone el establecimiento de las metas, las cuales se estipulan a través de directrices que incluyan mecanismos y estrategias de planificación y programación. Enseguida se enfoca el control del tiempo, en el cual se busca considerar técnicas y herramientas administrativas, las cuales apoyan en la optimización de las actividades dentro de la organización. De la misma manera, la organización del tiempo apoya el cumplimiento de objetivos.

Los resultados obtenidos permiten identificar áreas susceptibles de fortalecimiento en materia de planificación, organización y gestión del tiempo. A partir de estos resultados se plantea una propuesta conceptual que, en una etapa posterior, podría incorporar indicadores objetivos de desempeño y productividad para evaluar empíricamente sus posibles relaciones.

Por último, el indicador de desempeño basado en las habilidades blandas apoya a la organización en la medición de los niveles de responsabilidad y cumplimiento de tiempos en la entrega y organización de tareas y actividades. Lo que potencialmente favorecería en la productividad, ayudando a generar una colaboración con mayor sensación de control y satisfacción al lograr alcanzar metas establecidas.

Discusión de resultados:

Los resultados obtenidos permiten identificar una asociación estadísticamente significativa entre las puntuaciones relacionadas con la planificación administrativa sistemática y los factores vinculados con la organización y gestión del tiempo. El coeficiente de Rho de Spearman obtenido ($\rho = 0.308$; $p < 0.001$; $n = 122$) indica una asociación positiva de magnitud baja moderada. Este resultado debe interpretarse dentro de las características del instrumento utilizado, debido a que las respuestas corresponden a medidas de autopercepción y no a una evaluación objetiva directa del desempeño laboral.

En este sentido, los resultados son congruentes con los planteamientos teóricos revisados sobre la importancia de planificación, el establecimiento de metas, la organización de actividades y el control del tiempo.

Realizando un comparativo con Franklin, quien en su postulado sostiene que la planeación se visualiza como un proceso sistemático, el cual se direcciona a la creación, dirección, así como el control; por lo que, tomando como base la información recabada, se puede afirmar que cuando se presentan metas claras y se priorizan actividades, se puede contar con una estructura adecuada. Lo que coincide con Bohlander, quien en su postulado afirma que la evaluación del desempeño integra procesos estratégicos que pueden contribuir a la productividad. De la misma manera, Rodríguez coincide en que el desempeño laboral será parte de la interacción que establecen los insumos, procesos y productos. Para este diagnóstico, apoya el postulado a través de los colaboradores (insumos), la planificación (proceso) y el producto (desempeño). La relación sistémica hace visible la necesidad de contar con mecanismos de retroalimentación que sean precisos, como son los tiempos de entrega y la responsabilidad que conlleva cada tarea, lo que llevará a monitorear variables asociadas al desempeño.

Desde un punto de vista metodológico, se puede evidenciar el enfoque cuantitativo-correlacional, debido a que existe relación entre la planificación administrativa sistemática y los factores asociados con la organización y gestión del tiempo, lo cual puede ser comprobable a través del análisis de los datos procesados. La muestra estuvo integrada por 122 colaboradores de la institución. La selección de los participantes se realizado a través de un proceso muestral estratificando por tipo de colaborador administrativo y docente. Por ello el alcance de los resultados e limita a las características de la población y procedimientos de selección utilizados en esta investigación. Logrando así recabar la información a través del uso de un cuestionario de autopercepción que ayuda a generar una determinante en los factores estudiados y a detectar fortalezas y oportunidades.

Los resultados obtenidos sugieren la existencia de una relación entre la planificación administrativa sistemática y los factores asociados con la organización y gestión del tiempo, basado en la prueba correlacional Spearman, particularmente en los factores asociados a la organización, establecimiento de metas y control del tiempo. En este sentido, los datos permiten inferir que una mayor estructuración en los procesos de planificación podría favorecer condiciones más organizadas para el desarrollo de las actividades laborales.

Por lo anterior, los resultados constituyen una base diagnostica para formular una propuesta conceptual del modelo de planificación administrativa sistemática. La efectividad del modelo para evaluar objetivamente el desempeño laboral debe ser examinada mediante una investigación posterior que incorpore indicadores específicos de desempeño y una valoración empírica.

Conclusiones

Los resultados obtenidos permitieron identificar tendencias y asociaciones relacionadas con la planificación administrativa sistemática, el establecimiento de metas y prioridades, las mecánicas de planificación y programación, el control percibido del tiempo y la organización frente a las tareas. El

análisis mediante Rho de Spearman mostró una asociación positiva y estadísticamente significativa entre las puntuaciones de planificación administrativa sistemática y los factores relacionados con la organización y gestión del tiempo ($\rho = 0.308$; $p < 0.001$; $n = 122$).

Estos resultados deben interpretarse considerando que la información fue obtenida mediante un instrumento de autopercepción y que la investigación no incorporó indicadores objetivos de productividad ni una evaluación directa del desempeño laboral. Por ello, los resultados obtenidos no permiten establecer relaciones causales ni afirmar que la planificación administrativa sistemática produzca mejoras en el desempeño, la productividad, el bienestar o la satisfacción laboral.

A partir del diagnóstico realizado se formuló la propuesta conceptual del modelo de planificación administrativa sistemática orientada a una futura evaluación del desempeño laboral. Los componentes relacionados con indicadores objetivos del desempeño, cumplimiento de metas, calidad del trabajo, productividad, evaluación del superior y retroalimentación corresponden a una fase posterior de desarrollo y validación del modelo. En consecuencia, la propuesta construye una construcción conceptual derivada de los resultados diagnósticos y requiere implementación y validación empírica posterior.

En este sentido, se propone como línea futura incorporar indicadores objetivos tales como cumplimiento de metas, calidad del trabajo, eficiencia, cumplimiento de funciones y resultados, con el propósito de evaluar empíricamente la utilidad y alcance del modelo propuesto.

Agradecimientos

El Tecnológico Nacional de México (TecNM), mediante la institución académica Tecnológico de Estudios Superiores de Ixtapaluca (TESI), así como al Tecnológico de Estudios Superiores de Huixquilucan (TESH), quienes han contribuido en brindar las facilidades para la recopilación de la información, así como las facilidades académicas y de colaboración para la realización y efectuar esta investigación. Asimismo, expresamos nuestro agradecimiento de manera particular a las personas que, con su calidez, aporte, disposición y apoyo, han aportado información fundamental para alcanzar este objetivo.

Referencias:

Aktouf, O. (2009). La administración entre tradición y renovación. Colombia: Impresores Ltda.

Argandoña, A. (2011). La ética y la toma de decisiones en la empresa. Universia Business Review. https://doi.org/https://www.redalyc.org/pdf/433/43318798002.pdf

Awati, Rahul. (2024). ¿Qué es SPSS (Paquete estadístico para las ciencias sociales)?. Pagina Web TechTarget En línea viernes 30 de enero de 2026. Consulta:https://www.techtarget.com/whatis/definition/SPSS-Statistical-Package-for-the-Social-

Sciences#:~:text=SPSS%20(Statistical%20Package%20for%20the%20Social%20Sciences)%2C,una%20aplicaci%C3%B3n%20estad%C3%ADstica%20que%20permite%20a%20los

Beltran, R. J. (2018). Evolución de la Administración. Medellin Colombia: Fondo Editorial Universidad Católica Luis Amigó.

Beltrán, R. J. (2018). Evolución de la Administración. Medellín, Colombia: Universidad Católica Luis Amigo. https://www.funlam.edu.co/uploads/fondoeditorial/447_Evolucion_de_la_administracion.pdf

Bohlander, GW. (2018). Administración de Recursos Humanos. Cengage Learning Editores. 17va Edición. México. ISBN 978-1-285-86639-0By ASEM Blog. (2024). Asem Emprendedores en México. 7 tipos de emprendimiento que están marcando tendencia en México: https://asem.mx/blog_asem/7-tipos-de-emprendimiento-que-estan-marcando-tendencia-en-mexico/?source=google&medium=cpc&campaign=22716858416&term=&gad_source=1&gad_campaignid=22720557271&gbraid=0AAAADRNRQDdAOKDSOhglATR0sNY0gvLr&gclid=CjwKCAjwq9rFBhAIEiwAGVA

Carro, P. R. (2025). Administración de las operaciones "El sistema de la producción y operaciones". Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. https://drive.google.com/file/d/1csNNvKSBeuN9YQFKRfGFfgznGMloc0xM/view

Charles, WLH. (2019). Administración Estratégica. Cengage Learning Editores. Décima segunda Edición. México. ISBN 978-1305-50227-7

Chase, AJ. (2003). Administración de Producción y Operaciones. Editorial Mc Graw Hill. Octava Edición. México. ISBN 958-41-0071-8

Chiavenato, I. (2020) Introducción a la Teoría General de la Administración. 10.ª ed. Ciudad de México: McGraw-Hill.

De Atlassian. (2025). Proceso de desarrollo de productos: guía de siete pasos para nuevos productos. Retrieved 14 de septiembre de 2025, from atlassian.com: https://www.atlassian.com/es/agile/product-management/new-product-development-process

Franklin, FEB. (2019). Introducción a la Administración "Evolución, aplicaciones y tendencias". Cengage Learning Editores. México. ISBN 978-607-526-842-2

Fuenmayor, R. (2001). Interpretando Organizaciones... Una teoría sistémico-interpretativa de las organizaciones. Venezuela: Universidad de los Andes. Consejo de publicaciones. Consejo de estudios de posgrado.

Garzón Umerenkova, A., García Ros, R., & Pérez-González, F. (2017). Estructura factorial y propiedades psicométricas de la Time Management Behavior Scale (TMBS) en población universitaria colombiana. Universitas Psychologica, 16(1), 1-10. http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.ups y16-1.efpp

Garzón, A. y Gil, J. (2017). Propiedades psicométricas del TMBS en universitarios. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 19(4), 50-59. https://doi.org/10.24320/redie.2017.19.4.1340

Garzón, C. M. (2005). Desarrollo organizacional y cambio planeado. Bogota, Colombia: Universidad del Rosario.

Garzón, C. M. (2005). Desarrollo organizacional y cambio planeado. Bogota, Colombia: Universidad del Rosario.

Garzón, C. M. (2007). La dirección general. Equidad y Desarrollo, enero-junio, número 007, 24.

Garzón, C. M. (2020). Un modelo de ética de los negocios. Iberoamericana Business Journal. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22451/5817.ibj2020.vol4.1.11038

Garzón, C. M. (2021). The concept of corporate. Revista Científica "Visión de Futuro". https://doi.org/https://doi.org/10.36995/j.visiondefuturo.2021.25.02R.005

Hernández, A. M. (2025). La Reingeniería de procesos y su aplicación práctica. (Scielo, Ed.) Investigación administrativa (scielo.org.mx), 30(2448-7678). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-76782001000200009.

Hidalgo, P. H., Alamo, L., Rojas, V., Ruiz, C., Gonzáles, A., & Reátegui, R. L. (2024). Optimización de procesos en la estructura organizacional de los Modelos de Negocio. Revisión sistemática. Dialnet, 20(2), 1-12. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9740286

Honorio, C E. (2019). Verificación automática de identidad a través del análisis facial. En línea martes 3 de febrero de 2026. Consulta: https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/2740

Macan, T. H., Shahani, C., Dipboye, R. L., & Phillips, A. P. (1990). College students' time management: correlations with academic performance and stress (Gestión del tiempo en estudiantes universitarios: Correlaciones con el rendimiento académico y el estrés). Journal of Educational Psychology, 82(4), 760–768. https://doi.org/10.1037/0022-0663.82.4.760

Marichal, C. (2008). La nueva historia de las empresas en America Latina. La nueva historiografia sobre las empresas en México: https://carlosmarichal.colmex.mx/empresas-mexico/La%20nueva%20historiografia%20sobre%20las%20empresas%20en%20Mexico.pdf

Medina, F. d. (2009). Modelo Integral de Productividad. Fondo de Publicaciones. https://doi.org/978-958-8350-00-4

MyGermany. (2025). Los 10 aspectos más importantes de la logística en la gestión de la cadena de suministro. Retrieved 14 de septiembre de 2025, from mygermany.com: https://mygermany.com/es/10-most-important-logistics-aspects-in-supply-chain-management/

Nader, G MT. (2001). Principios de Administración. Ed. Trillas. México. ISBN 987-968-24-6348-8

Navarro, C. J. (2001). Las organizaciones como sistemas abiertos alejados del equilibrio. Tesis de Doctorado División de Ciencias de la Salud Facultad de Psicología, Departamento de Psicología Social, Universidad de Barcelona. Barcelona: Universidad de Barcelona.

Ortiz, A. (2011). Modelo de Gestión Productiva en las pymes industriales. SaberUCAB: https://saber.ucab.edu.ve/items/7481cace-909f-46b2-838e-da2beb574aee

Palacio, L. J. (2011). Propuesta del Modelo de productividad total compensada (CTPM), para control de gestion del abastecimiento interno de materias primas a planta de unaorganizacion farmaceutica. (F. U. Norte, Ed.) Retrieved 02 de Septiembre de 2025, from Repositorio Institucional Universidad del Norte: https://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/9236/000111314.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Quispe, R., Moreno, D., Villoslada, L., & Ruiz, A. (2025). Gestión de Procesos: Automatización de procesos para potenciar la eficiencia empresarial. SCIÉNDO, 28(1), 1-10. https://doi.org/https://doi.org/10.17268/sciendo.2025.013

Robbins, S. P., & Coulter, M. (2022). *Administración* (15.ª ed.). Pearson Educación.

Rodríguez, (2020). Administración con enfoque de sistemas. Ed. Trillas. México. ISBN 978-607-17-3828-8

Rodríguez, V J. (2019). Control Interno "Un enfoque sistema para la empresa". Editorial Trillas. México. ISBN 987-968-24-6348-8

SafetyCulture. (2024). Guía para el sistema de inventario. Retrieved 14 de septiembre de 2025, from SafetyCulture: https://safetyculture.com/es/temas/manejo-de-inventario/control-de-inventarios/

Therese Hoff Macan (1990). College Students' Time Management: Correlations With Academic Performance and Stress Journal of Educational Psychology 1990, Vol. 82, No. 4, 760-76

Thompson, AA. (2008). Administración Estratégica. Editorial Mc Graw Hill. México. ISBN 978-970-10-6402-3

Universidad, D. V. (2024). Las organizaciones y el pensamiento sistemico. https://libros.univalle.edu.co/index.php/programaeditorial/catalog/download/88/51/1019?inline=1

Conclusiones generales

Del conocimiento a la transformación

Al llegar al final de esta obra conviene volver al título con una precisión que los once capítulos han ido construyendo: el conocimiento aplicado no es sinónimo de una solución inmediata. Entre comprender un problema y transformar una realidad existen etapas, decisiones, pruebas, límites y contextos que no pueden omitirse.

La primera conclusión que atraviesa el libro es que comprender mejor ya modifica el punto desde el cual se puede actuar. La revisión sobre educación STEAM con orientación aeroespacial identifica un campo en crecimiento y, al mismo tiempo, vacíos en formación docente, educación secundaria y estudios latinoamericanos. La plataforma de juegos serios lleva esa discusión a una aplicación concreta: demuestra que es posible construir un entorno funcional y bien valorado por usuarios piloto, pero también que una usabilidad favorable no equivale todavía a eficacia educativa. La investigación con maestras del Cauca completa la sección desde otra orilla, recordando que la escuela también está hecha de vínculos, memorias, afectos y condiciones de vida.

Los trabajos de salud confirman que los problemas complejos rara vez pueden explicarse mediante una sola variable. En los trabajadores del sector financiero, el acceso económico no explicó por sí solo la calidad de la dieta. En el altiplano peruano, las cifras sobre anemia gestacional necesitan leerse junto con las distancias, las prácticas culturales, la confianza comunitaria y la presencia institucional. La investigación sobre farmacias comunitarias muestra, por su parte, que la prevención puede encontrar escenarios cotidianos y cercanos cuando distintas disciplinas consiguen trabajar juntas.

Los desarrollos tecnológicos amplían esa misma lección. El prototipo wearable basado en ECG permitió adquirir y procesar registros fisiológicos, estimar frecuencia cardíaca y calcular métricas de variabilidad; sin embargo, la clasificación automática del estrés permanece como una etapa futura que exigirá una muestra más amplia, control metodológico y validación independiente. Del mismo modo, el sistema basado en YOLOv8 para lesiones cutáneas muestra resultados técnicos prometedores, pero requiere validación externa y pruebas en condiciones clínicas reales antes de considerarse una herramienta asistencial consolidada.

Estos dos trabajos permiten formular una idea especialmente relevante para la investigación aplicada: la viabilidad técnica es un resultado valioso, pero no debe confundirse con impacto. Un prototipo puede funcionar, una interfaz puede ser usable y un algoritmo puede clasificar con buenos indicadores, mientras todavía quedan preguntas sobre generalización, seguridad, sesgos, eficacia y utilidad en la práctica.

Los capítulos situados en contextos Wayuu introducen otra dimensión. CAINNEETUR muestra que el conocimiento externo solo adquiere valor cuando puede legitimarse y adaptarse a partir de saberes ancestrales, acuerdos comunitarios y autonomía territorial. El estudio sobre el cementerio ancestral de

Bahía Hondita lleva esa discusión al campo jurídico: memoria, linaje y territorio pueden desempeñar funciones probatorias y normativas concretas dentro de un sistema de derecho propio.

El capítulo dedicado a planificación administrativa y gestión del tiempo cierra el recorrido desde el ámbito organizacional. Su aporte es deliberadamente diagnóstico: identifica una relación positiva entre planificación y variables asociadas con la gestión del tiempo y utiliza esa evidencia como base para una propuesta que deberá validarse posteriormente con indicadores objetivos de desempeño.

Al mirar el conjunto aparecen cuatro aprendizajes. El primero es el peso del contexto. Ningún dato habla completamente por sí solo. El significado de un resultado depende de quién participa, dónde se produce, qué condiciones lo rodean y para qué pretende utilizarse.

El segundo es la necesidad de trabajar entre disciplinas. Educación, salud, ingeniería, tecnología, derecho, ciencias sociales y gestión se cruzan a lo largo del libro porque los problemas estudiados también se cruzan. La interdisciplinariedad no aparece aquí como un adorno metodológico, sino como una respuesta a la complejidad de la realidad.

El tercero es la importancia de distinguir entre evidencia, posibilidad e impacto. Algunos capítulos muestran asociaciones; otros desarrollan prototipos; otros interpretan experiencias o construyen modelos. Cada forma de conocimiento tiene un alcance diferente. Nombrar con precisión ese alcance no debilita la investigación: la hace más confiable y más útil.

El cuarto aprendizaje tiene que ver con las personas. El conocimiento aplicado no opera sobre escenarios vacíos. Hay estudiantes con trayectorias y capacidades diferentes, docentes con experiencias, trabajadores con hábitos, gestantes que toman decisiones dentro de marcos culturales específicos, comunidades con saberes propios y profesionales responsables de interpretar tecnologías antes de utilizarlas.

Por eso, el sentido de esta obra no está en afirmar que investigar produce automáticamente bienestar, innovación o desarrollo. Los trabajos reunidos muestran algo más realista: la investigación puede abrir posibilidades de transformación cuando formula preguntas pertinentes, produce evidencia suficiente, reconoce sus límites y entra en diálogo con quienes habitan los contextos donde sus resultados podrían utilizarse.

Socializar ese conocimiento también forma parte del proceso. Publicar permite que un resultado salga del espacio donde fue producido y se encuentre con otros lectores, otras preguntas y otros escenarios. Allí una investigación puede ser discutida, replicada, cuestionada, adaptada o convertida en el punto de partida de un trabajo nuevo.

La transformación, entonces, no aparece únicamente al final. Comienza en la manera de mirar un problema, en la decisión de escuchar voces que suelen quedar fuera de los datos, en la cautela para no afirmar lo que todavía no se ha demostrado y en la disposición a continuar aquello que una primera investigación apenas ha conseguido abrir.

Ese es el hilo que une estas páginas: problemas distintos, métodos diversos y contextos muy diferentes, pero una misma apuesta por producir conocimiento capaz de salir de sí mismo y encontrar una relación responsable con la realidad.

Conocer no basta: el conocimiento cobra sentido cuando dialoga con la realidad y abre caminos para transformarla.

Cierre

La investigación continúa

Cerrar este libro no significa cerrar las preguntas que lo hicieron posible. Los once estudios reunidos aquí dejan resultados, pero también dejan tareas pendientes, límites reconocidos y caminos que otros investigadores podrán continuar. Esa condición abierta no disminuye su valor. Es parte de la manera en que avanza el conocimiento.

El sentido de reunirlos en una misma obra está precisamente en permitir que esas preguntas salgan de sus contextos de origen y entren en conversación con otros lectores. Una experiencia educativa puede inspirar nuevas formas de enseñar; un desarrollo tecnológico puede convertirse en la base de una validación posterior; un hallazgo territorial puede modificar la manera de comprender una política, una comunidad o una decisión institucional.

Publicar es también una forma de poner el conocimiento en movimiento. A partir de aquí, cada capítulo queda disponible para ser discutido, contrastado, replicado, cuestionado o retomado. El libro termina, pero la investigación que contiene no tiene por qué hacerlo.

Si estas páginas logran provocar una nueva pregunta, orientar una decisión, inspirar otra investigación o ayudar a mirar un problema desde un lugar distinto, el conocimiento habrá seguido su recorrido.

La transformación no termina en estas páginas. Empieza, justamente, donde la lectura continúa.