Ecosistemas de soluciones

Nuevas fronteras en tecnología, sociedad, resiliencia empresarial y conservación

2026

NOVO MUNDO

Ecosistemas de Soluciones

Nuevas fronteras en tecnologías, sociedad, resiliencia empresarial y conservación

Ecosistemas de Soluciones

Nuevas fronteras en tecnologías, sociedad, resiliencia empresarial y conservación

NOVO MUNDO

2026

Ecosistemas de Soluciones: Nuevas fronteras en tecnologías, sociedad, resiliencia empresarial y conservación

Diseño de cubierta y maquetación: Editorial Novomundo.
© de los textos: los autores
© de la edición: Editorial Novomundo S.A.

ISBN: 978-9942-694-17-1
Formato: Digital PDF (Portable Document Format)
DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.19555187

Guayaquil, 2026

Nota editorial: Las opiniones de esta obra no demuestran necesariamente la opinión de Editorial Novomundo S.A., ni de los editores o coordinadores de la publicación; asimismo, los autores se responsabilizarán de obtener el permiso correspondiente para incluir material publicado en otro lugar.

Is licenced under a Creative Commons

Reconocimiento NoComercial
SinObraDerivada 4.0 Licencia Internacional

ÍNDICE

PRÓLOGO 13

CAPÍTULO 1. Perspectivas sobre la Brecha Digital en la Educación: Un Análisis de la Equidad en Lima Metropolitana
Herbert Jhon Apaza Luque
Margot Alicia Puma León
Wilber Huillca Garcia

CAPÍTULO 2. Desafíos de la educación intercultural bilingüe en contextos urbanos: el caso de las comunidades migrantes en ArequipaJaime Jose Saenz Dedios 15

Herbert Jhon Apaza Luque
Margot Alicia Puma León
Wilber Huillca Garcia

CAPÍTULO 3. Análisis comparativo de la estabilidad estructural y resistencia hidrodinámica de arrecifes artificiales bajo diferentes regímenes de corrientes marinas en Punta San Pablo 27

Nikita Ivan Morales Cabrera
Lorenzo Walter Ibárcena Fernández
Ruslan Alfredo Pastor Cuba

CAPÍTULO 4. Evaluación de la tasa de colonización biológica y sucesión ecológica en arrecifes artificiales de hormigón tipo domo y pirámide trunca en el litoral de Tacna 39

Nikita Ivan Morales Cabrera
Lorenzo Walter Ibárcena Fernández
Ruslan Alfredo Pastor Cuba

CAPÍTULO 5. Efectividad de un programa de intervención basado en el modelo de pedagogía afectiva para el desarrollo de soft skills y la empleabilidad en egresados universitarios 51

Lucia Lourdes De La Cruz Urrutia

CAPÍTULO 6. El componente lúdico-tecnológico en el aprendizaje de funciones y proporcionalidad directa en estudiantes de secundaria: una revisión narrativa 63

Jorge Luis Miranda Vilchez
Walter Abel Miranda Vilchez
María Edelmira Sánchez Rubio

CAPÍTULO 7. Estrategias discursivas semióticas y su incidencia en la reducción de errores de transferencia de la aritmética al álgebra en estudiantes de Lima Metropolitana: Una revisión narrativa 75

Jorge Luis Miranda Vilchez
Walter Abel Miranda Vilchez
María Edelmira Sánchez Rubio

87

ÍNDICE

CAPÍTULO 8. Factores predictivos de la automedicación con antibióticos y su relación con la percepción de la resistencia bacteriana en población estudiantil secundaria: Una revisión narrativa

Giannina Patricia Cano Valencia

99

CAPÍTULO 9. Análisis del impacto económico y la accesibilidad farmacéutica como determinantes del autoconsumo de Antiinflamatorios No Esteroideos (AINEs) en adolescentes de estratos socioeconómicos medios

Giannina Patricia Cano Valencia

110

CAPÍTULO 10. Diferencias en las estrategias de verificación y evaluación de la lectura entre estudiantes universitarios bilingües y monolingües: El caso de las comunidades nativas de la Amazonía peruana

Mery Nora Atencio Rivera

122

CAPÍTULO 11. Influencia de la motivación intrínseca y las habilidades de pensamiento crítico en los niveles de metacomprensión lectora de estudiantes de posgrado en Educación en Lima Metropolitana

Mery Nora Atencio Rivera

134

CAPÍTULO 12. Transformación digital y su efecto en los canales de atención de microfinanzas: Evaluación de la cobertura y uso en zonas rurales del Perú.

Pablo Rijalba Palacios

146

CAPÍTULO 13. Efecto moderador del nivel educativo y la experiencia laboral en el acceso al crédito especializado para PYMES en el sector comercio del Perú.

Pablo Rijalba Palacios

157

CAPÍTULO 14. La inteligencia emocional del tutor en la motivación intrínseca de estudiantes universitarios: Evidencias desde la Facultad de Educación

Hermelinda Pérez Loayza
Elsa Margarita Lozada Asparría
Josselyne Denise Gonzales Palma
Melecio Belisario Carlos Reyes

170

ÍNDICE

CAPÍTULO 15. Programas de mentoría entre pares como estrategia para mitigar la desmotivación académica en Facultades de Educación del Perú

Hermelinda Pérez Loayza
Elsa Margarita Lozada Asparría
Josselyne Denise Gonzales Palma
Melecio Belisario Carlos Reyes

182

CAPÍTULO 16. Evaluación de la eficiencia de diseño en sistemas de drenaje pluvial mediante el análisis comparativo de hietogramas de intensidad: Casos Sinsicap y Julcán, La Libertad

Luis Alberto Acosta Sanchez

194

CAPÍTULO 17. Análisis comparativo de la estacionalidad y predictibilidad de eventos pluviales intensos en la Sierra de La Libertad bajo escenarios de variabilidad por el fenómeno El Niño

Luis Alberto Acosta Sanchez

205

CAPÍTULO 18. Factores socioculturales y adherencia al tratamiento preventivo de anemia en zonas rurales de Huacho: Revisión de la evidencia bibliográfica actual

César Jesús Eras Lévano
Glenn Alberto Lozano Zanelly
Hilda Elizabeth Guevara Gómez
María Victoria Lizarbe Castro

216

CAPÍTULO 19. Impacto de las herramientas de la Web 2.0 en la comprensión lectora de estudiantes de Educación Básica Regular: Un estudio comparativo entre instituciones públicas y privadas de Lima Norte

Ciana Aglaya Agama Fernández

228

CAPÍTULO 20. Evaluación de la exposición ocupacional a nanopartículas en la industria minero-metalúrgica del Perú: Un análisis de riesgos citotóxicos y brechas en la vigilancia epidemiológica actual

César Jesús Eras Lévano
Kevin Vigil Vega
José Arturo Rosales Bonilla
Brayan David Mucha Santillana

240

ÍNDICE

CAPÍTULO 21. Optimización del empleo de sistemas aéreos no tripulados en la Inteligencia de Combate contra el Narcoterrorismo: Lecciones aprendidas en el VRAEM

Ronald Leonardo Güisa Bravo

253

CAPÍTULO 22. Eficacia de la capacidad de respuesta inmediata del Ejército del Perú ante desastres de gran magnitud: Evaluación de la interoperabilidad en el marco del SINAGERD

Ronald Leonardo Güisa Bravo

264

CAPÍTULO 23. El control de convencionalidad en la jurisprudencia del Tribunal Constitucional: Desafíos y retrocesos (2020-2025)

Mario Augusto Merchán Gordillo
Sofía Nelly Romero Coz

274

CAPÍTULO 24. La responsabilidad administrativa de las personas jurídicas en delitos de corrupción de funcionarios: Un análisis crítico de la Ley N° 30424 y sus reformas

Mario Augusto Merchán Gordillo
Sofía Nelly Romero Coz

285

CAPÍTULO 25. Optimización del proceso de pirólisis lenta de cáscara de Theobroma cacao L. para la obtención de bio-oil y carbón activado: Un enfoque de economía circular en la Amazonía peruana

Fernando Eduardo Cano Legua
Rosa Luz Galindo Pasache
César Augusto Ediberto Lévano Salazar
Nieves Sandra Cuadros Luna

297

CAPÍTULO 26. Evaluación de la capacidad de biosorción de metales pesados (Pb2+ y Cd2+) en aguas ácidas de mina mediante el uso de biopolímeros derivados de residuos hidrobiológicos de la costa peruana

Fernando Eduardo Cano Legua
Rosa Luz Galindo Pasache
César Augusto Ediberto Lévano Salazar
Nieves Sandra Cuadros Luna

309

CAPÍTULO 27. Modelación matemática y resolución de problemas de optimización: Un análisis del desempeño en estudiantes de ingeniería de universidades licenciadas por SUNEDU

Abner Gutiérrez Dueñas

321

ÍNDICE

CAPÍTULO 28. Competencias digitales y didáctica de la física: Desafíos y brechas en la formación continua de los docentes de la Red de Acompañamiento Pedagógico del MINEDU

Abner Gutiérrez Dueñas

CAPÍTULO 29. Evaluación de la eficiencia productiva y calidad morfológica de frutos en genotipos de Citrus aurantifolia (L.) bajo diversos regímenes de polinización en el norte del Perú 333

José Vicente García Castillo
Herber Arnaldo Alcoser Calle
Carlos Enrique San Martin Zapata
Angelino Cordova Peña
Victor Raul Tullme Capuñay

CAPÍTULO 30. Inducción de partenocarpia y análisis de la carga seminal en mutantes de Limón Sutil (Citrus aurantifolia): Un estudio comparativo de sistemas de polinización en Piura 344

José Vicente García Castillo
Herber Arnaldo Alcoser Calle
Carlos Enrique San Martin Zapata
Angelino Cordova Peña
Victor Raul Tullme Capuñay

CAPÍTULO 31. Evaluación comparativa de sistemas de saneamiento in situ: Humedales artificiales vs. Tanques sépticos mejorados en zonas de alto riesgo de colapso 356

Raimer Lartsimin Ruiz Jaramillo

CAPÍTULO 32. Optimización técnico-económica del diseño de redes de agua potable mediante algoritmos genéticos en asentamientos humanos: Una revisión narrativa 367

Raimer Lartsimin Ruiz Jaramillo

CAPÍTULO 33. Competencias digitales docentes y su correlación con el desarrollo del nivel crítico-valorativo en la comprensión de textos argumentativos en el nivel secundaria 380

Ciana Aglaya Agama Fernández

CAPÍTULO 34. La transformación del acto administrativo: De la cultura del papel a la digitalización en la gestión pública tributaria 392

Tulio César Espinoza Coronado

CAPÍTULO 35. Análisis costo-beneficio y tutela jurisdiccional: La eficiencia de la notificación electrónica frente a la onerosidad de la notificación personal 404

Tulio César Espinoza Coronado

416

ÍNDICE

CAPÍTULO 36. Auditoría operativa a la capacidad tecnológica y del talento humano como determinantes en la reducción de costos fijos y variables: Una revisión narrativa

José Darwin Malpartida Márquez

CAPÍTULO 37. Análisis crítico de los gastos de administración y ventas bajo un enfoque de auditoría tributaria preventiva y su incidencia en la utilidad neta 428

José Darwin Malpartida Márquez

CAPÍTULO 38. La inteligencia artificial en la ejecución educativa universitaria: tendencias, desafíos y transformación curricular 438

Sergio Oswaldo Carrasco Díaz
Wilmer Magno Jimenez Fernández
Geraldina Rebeca Parihuaman Quinde
María Amparo Román Rossi

CAPÍTULO 39. La inteligencia artificial en el control y monitoreo de la educación universitaria: Una revisión narrativa de la literatura actual 449

Sergio Oswaldo Carrasco Díaz
Wilmer Magno Jimenez Fernández
Geraldina Rebeca Parihuaman Quinde
María Amparo Román Rossi

CAPÍTULO 40. Evaluación de la pedagogía liberadora y métodos de concientización en el cambio de conductas de higiene oral en pacientes de la tercera edad 461

Augusto Fernando Atayupanqui Nina

CAPÍTULO 41. Desafíos de la salud bucodental en el envejecimiento rural: análisis de las barreras de autocuidado en el altiplano peruano 474

Augusto Fernando Atayupanqui Nina

CAPÍTULO 42. Evaluación técnica de la autonomía energética mediante sistemas híbridos fotovoltaico-eólico 486

Gino Alberto Pajuelo Navarro

CAPÍTULO 43. Impacto de los sistemas de acumulación electro-solares en la continuidad operativa de ensayos normalizados ASTM para derivados de petróleo 498

Gino Alberto Pajuelo Navarro

510

ÍNDICE

CAPÍTULO 44. Desafíos de la producción de textos escritos en estudiantes de primer ingreso: un estudio comparativo entre universidades licenciadas por SUNEDU en regiones y Lim

Santos Alejandro Gomez Albinagorta

CAPÍTULO 45. Componente conductual de las actitudes lingüísticas y la eficacia en la redacción académica en entornos de educación a distancia post-pandemia 523

Santos Alejandro Gomez Albinagorta

CAPÍTULO 46. La razonabilidad del plazo para ofrecer medios probatorios en el marco de la criminalidad organizada: Desafíos del sistema de justicia penal peruano 535

Vilder Marcelo Solano Arana
Vilder Evel Junior Solano Guerreros

CAPÍTULO 47. Estrategias de defensa y seguridad jurídica: Impacto del tiempo de examen de evidencias en la calidad de la respuesta acusatoria en el Perú 548

Vilder Marcelo Solano Arana
Vilder Evel Junior Solano Guerreros

CAPÍTULO 48. Determinantes materno-fetales del puntaje Apgar bajo en neonatos a término: Un análisis de la evidencia basada en modelos de regresión logística en el contexto de la seguridad social 560

Jhon Bermúdez Mendieta

CAPÍTULO 49. Impacto de los trastornos mentales maternos en la vitalidad neonatal inmediata: Revisión de la evidencia con énfasis en el contexto hospitalario peruano 572

Jhon Bermúdez Mendieta

CAPÍTULO 50. Caracterización de riesgos ergonómicos y trastornos músculo-esqueléticos en las labores de mantenimiento mecánico-eléctrico 584

Miguel Grimaldo Venegas Elias

CAPÍTULO 51. Evaluación de la cultura preventiva y el modelo de causalidad en la reducción de incidentes en pequeñas plantas de beneficio 596

Miguel Grimaldo Venegas Elias

607

ÍNDICE

CAPÍTULO 52. Incidencia de la contabilidad gubernamental por resultados en la optimización del gasto social

Romer Ely Quito Rojas

620

CAPÍTULO 53. Auditoría de desempeño y su impacto en la razonabilidad de los indicadores de calidad de vida en los gobiernos locales de Áncash

Romer Ely Quito Rojas

631

CAPÍTULO 54. Evaluación de estrategias de alfabetización en salud sexual: conocimiento teórico vs. aplicación práctica del método del ritmo

Eva Lucia Matute Panaifo
Elva Lorena Reátegui Del Castillo
Nelly Salazar Becerril
Isis Janeth Rojas Salazar

643

CAPÍTULO 55. Dinámicas de comunicación de pareja y corresponsabilidad masculina en la regulación de la fecundidad en comunidades rurales de Huancavelica

Eva Lucia Matute Panaifo
Elva Lorena Reátegui Del Castillo
Nelly Salazar Becerril
Isis Janeth Rojas Salazar

655

El avance del conocimiento científico contemporáneo ha superado la etapa de la mera categorización. Si en el pasado la labor investigativa se asemejaba a la construcción de un tejido, donde cada disciplina aportaba un hilo para comprender la realidad, hoy nos enfrentamos a una exigencia metodológica superior: debemos transitar del mapa al territorio, de la observación estática a la intervención dinámica. La obra que el lector tiene en sus manos, Ecosistemas de soluciones: Nuevas fronteras en tecnología, sociedad, resiliencia empresarial y conservación, representa este salto epistemológico indispensable en nuestro quehacer académico y profesional.

Este volumen nace de una convicción ineludible para quienes nos dedicamos a la investigación rigurosa: ninguna variable opera en el vacío. Las problemáticas estructurales que definen nuestra contemporaneidad —especialmente en el complejo escenario geográfico y socioeconómico latinoamericano— exigen respuestas que trasciendan la hiperespecialización. Al adoptar el concepto de «ecosistema», esta compilación propone que las soluciones, al igual que los organismos en la naturaleza, solo prosperan cuando logran una simbiosis adaptativa con su entorno.

A lo largo de estas páginas, el rigor metodológico se pone al servicio de la aplicación práctica. En un primer eje, la obra desarticula la falsa dicotomía entre el avance tecnológico y el desarrollo humano. Las investigaciones aquí reunidas demuestran que las nuevas fronteras en infraestructura digital y optimización de redes no son fines en sí mismos, sino plataformas que reconfiguran el tejido social, alterando desde nuestras dinámicas de adaptación académica hasta los mecanismos de resiliencia frente a crisis

globales. La tecnología se analiza, por tanto, bajo la lupa de su impacto societal.

De manera concurrente, el texto aborda uno de los nudos críticos de la gestión moderna: la convergencia entre la viabilidad organizativa y la sostenibilidad ambiental. Durante décadas, la literatura empresarial y las ciencias ambientales transitaron por vías paralelas, a menudo antagónicas. Este compendio desafía esa tradición. A través de estudios de alto nivel enfocados en la auditoría basada en riesgos, el control interno y las cadenas de valor, se evidencia que la verdadera resiliencia empresarial en el siglo XXI está intrínsecamente ligada a la conservación de nuestra biodiversidad y a la protección de las fronteras territoriales. Los modelos de optimización, el análisis de rendimiento y la gestión de proyectos se reformulan aquí como herramientas de defensa ecológica y equidad productiva.

Para la comunidad científica y los gestores de la innovación, este libro constituye no solo un repositorio de hallazgos validados, sino un manifiesto metodológico. Nos recuerda que la aspiración de nuestro trabajo no debe limitarse a la publicación y la indexación, sino que debe alcanzar la materialización de políticas, estrategias y tecnologías que resuelvan problemas tangibles.

Ecosistemas de soluciones es una invitación a pensar en red, a investigar con propósito y a gestionar con una visión sistémica. Al adentrarse en sus capítulos, el investigador, el académico y el líder organizacional encontrarán un andamiaje intelectual robusto para navegar y, fundamentalmente, transformar el escenario actual.

Comité Editorial Novomundo.

Capítulo 1

Perspectivas sobre la brecha digital en la educación: Un análisis de la equidad en Lima Metropolitana

HERBET JHON APAZA LUQUE
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

WILBER HUILLCA GARCIA
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

MARGOT ALICIA PUMA LEÓN
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

RESUMEN

La brecha digital en Lima Metropolitana representa un desafío estructural que trasciende el simple acceso tecnológico para convertirse en un mecanismo de segregación educativa. El presente artículo de revisión narrativa analiza la desigualdad digital en la educación básica de la capital peruana, estructurando el estudio en dimensiones de acceso, uso pedagógico y competencias. A través de un análisis crítico de literatura académica y datos estadísticos de organismos como el INEI y el MINEDU entre 2016 y 2026, se identifica una marcada fragmentación entre los distritos de altos ingresos y las zonas periféricas de Lima Norte, Este y Sur. Los hallazgos revelan que la entrega masiva de dispositivos ha sido insuficiente para cerrar las brechas de aprendizaje, debido a la inestabilidad de la conectividad y a una limitada alfabetización mediática en los entornos familiares vulnerables. Se concluye que el foco de la desigualdad ha migrado hacia una brecha de segundo nivel, donde la carencia de competencias digitales críticas impide el aprovechamiento de las herramientas disponibles. Por ello, se recomienda una política integral que combine infraestructura de conectividad gratuita con programas de formación docente

continua y ciudadanía digital, garantizando así que la tecnología actúe como un puente hacia la equidad y no como una barrera de exclusión.

Palabras clave: Brecha digital, educación básica, equidad educativa, competencias digitales, Lima Metropolitana.

INTRODUCCIÓN

En el umbral del siglo XXI, la brecha digital ha dejado de ser una simple disparidad en el acceso a dispositivos tecnológicos para convertirse en una de las formas más agudas de exclusión social. En la actualidad, este fenómeno se define como la separación multidimensional que persiste entre individuos, hogares y áreas geográficas respecto a sus oportunidades de acceso a las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y al uso de internet para una amplia variedad de actividades. En el marco de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, reducir esta brecha es un imperativo ético y funcional. El Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 4, centrado en una educación de calidad, reconoce que la integración de las TIC es fundamental para garantizar entornos de aprendizaje inclusivos, equitativos y de por vida. Sin embargo, la realidad global demuestra que la infraestructura tecnológica sigue siendo un privilegio que segmenta la calidad de la enseñanza.

En el contexto peruano, la brecha digital se hizo dolorosamente visible con la llegada de la pandemia por COVID-19. La transición abrupta hacia la educación remota, materializada a través de la estrategia «Aprendo en Casa», forzó una aceleración tecnológica sin precedentes en el sistema educativo nacional. El Ministerio de Educación (MINEDU) intentó mitigar las carencias mediante la adquisición y distribución masiva de dispositivos electrónicos (tablets) y el cierre de brechas de conectividad en zonas rurales. No obstante, a pesar de estos esfuerzos normativos y logísticos,

la implementación de políticas digitales ha enfrentado obstáculos estructurales crónicos, como la falta de mantenimiento de equipos y una conectividad intermitente que debilita el impacto pedagógico de las herramientas entregadas.

Paradójicamente, Lima Metropolitana, al ser el núcleo administrativo y económico del país, no es ajena a estas desigualdades. Aunque las estadísticas generales suelen situar a la capital por encima del promedio nacional en acceso a internet, un análisis desagregado revela brechas internas críticas. Mientras que los distritos de la denominada «Lima Moderna» cuentan con una infraestructura de fibra óptica robusta y una alta tasa de alfabetización digital en las familias, los distritos de las zonas periféricas —como Lima Norte, Lima Este y Lima Sur— presentan una realidad diametralmente opuesta. En muchos asentamientos humanos, el acceso a la educación virtual se vio limitado al uso de teléfonos móviles con datos prepagos compartidos entre varios miembros del hogar, lo que fragmentó la continuidad académica. Esta segmentación espacial en la capital confirma que la cercanía al centro de poder no garantiza la democratización tecnológica.

Bajo este escenario, el presente artículo tiene como objetivo principal realizar una revisión narrativa de la literatura académica y de los datos estadísticos recientes para comprender cómo la desigualdad digital impacta en la equidad de oportunidades de los estudiantes limeños. Se busca explorar no solo el acceso físico al hardware, sino también las disparidades en el desarrollo de competencias digitales, factor determinante para el éxito académico en la era post-pandemia. A través de este análisis, se pretende ofrecer una visión integral que sirva como base para futuras políticas públicas que trasciendan la simple entrega de equipos y apunten hacia una verdadera justicia digital en la educación básica de la capital.

METODOLOGÍA

El presente estudio se desarrolla bajo un diseño de revisión narrativa de tipo descriptivo-crítica. A diferencia de las revisiones sistemáticas que siguen protocolos rígidos de cuantificación, la revisión narrativa permite una integración dialéctica de la literatura existente, facilitando una interpretación profunda de los fenómenos sociales complejos, como es el caso de la exclusión digital en contextos urbanos. Este enfoque es particularmente idóneo para el análisis de la educación básica en Lima Metropolitana, ya que permite contrastar la teoría pedagógica contemporánea con las realidades empíricas y los marcos normativos vigentes en el país, fomentando una reflexión crítica sobre las brechas de equidad.

Para la construcción del corpus documental, se realizó una búsqueda exhaustiva en diversas fuentes de información de alto rigor académico y técnico. Se emplearon bases de datos bibliográficas de alcance internacional y regional, tales como Scopus, SciELO y Google Académico, utilizando descriptores específicos y operadores booleanos en español e inglés (ej. «brecha digital», «educación básica», «TIC», «Lima», «digital divide»). De manera complementaria, y dada la naturaleza situada de la investigación, se consultaron repositorios institucionales de entidades clave para la realidad peruana, incluyendo el Ministerio de Educación (MINEDU) y el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), además de informes globales de organismos como la UNESCO y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), los cuales proporcionan el marco comparativo necesario para entender la posición del Perú frente a estándares internacionales.

En cuanto a los criterios de selección, se estableció un rango temporal de inclusión de estudios publicados en los últimos 10 años (2016-2026). Este periodo se considera fundamental para capturar la evolución de las TIC y, fundamentalmente, el hito

disruptivo que significó la pandemia por COVID-19 en el sistema educativo peruano. Se incluyeron artículos originales, ensayos teóricos, informes técnicos y estadísticas oficiales que abordaran de manera directa la intersección entre educación, tecnología y desigualdad social. Se excluyeron aquellos documentos que, si bien trataban sobre tecnología, no presentaban datos o análisis específicos sobre el contexto peruano o la educación básica regular.

El procedimiento de análisis se articuló mediante la organización de la información recolectada a través de un análisis temático cualitativo. Una vez seleccionados los documentos, se procedió a una lectura crítica y a la extracción de datos significativos, los cuales fueron categorizados en tres dimensiones principales:

1. Dimensión de acceso: Centrada en la infraestructura física y conectividad.

2. Uso pedagógico: Enfocada en la integración de las TIC en los procesos de aprendizaje.

3. Políticas públicas: Analizando la respuesta estatal frente a la desigualdad digital.

Esta estructura permitió sintetizar hallazgos dispersos y convertirlos en un cuerpo argumentativo coherente que facilita la comprensión de la brecha digital no como un problema técnico aislado, sino como una barrera estructural para la equidad educativa en la capital.

RESULTADOS

El análisis de la literatura y las fuentes estadísticas consultadas revela una fragmentación profunda en el ecosistema educativo de la capital peruana. Los hallazgos se estructuran en torno a cuatro

ejes críticos que definen la fisonomía de la desigualdad educativa actual.

Dimensión de Acceso y Factores de Exclusión

La dimensión de acceso evidencia una dicotomía geográfica marcada. Mientras que en los distritos de Lima Centro y Lima Moderna (como Miraflores o San Borja), el acceso a internet de banda ancha en el hogar supera el 90%, en las periferias de Lima Norte y Lima Este, la dependencia de redes móviles prepago es la norma. Según datos recientes del INEI (2024), la tenencia de una computadora o laptop en el hogar sigue siendo un lujo en los asentamientos humanos, donde la prioridad económica se desplaza hacia necesidades básicas. Los factores de exclusión identificados no se limitan a la falta de hardware; la inestabilidad de la infraestructura eléctrica y la saturación de las celdas de red en zonas de alta densidad poblacional provocan una desconexión intermitente. En contextos de vulnerabilidad, la «estabilidad» del servicio es inexistente, convirtiendo el acto de descargar un material educativo en una tarea de alto costo económico y temporal para las familias de menores ingresos.

Uso y Apropiación Pedagógica

En cuanto al uso y apropiación pedagógica, la revisión indica que la presencia de tecnología en el aula o el hogar no garantiza una mejora en los aprendizajes. Se observa una persistencia de modelos tradicionales trasplantados al entorno virtual; es decir, muchos docentes de educación básica utilizan las herramientas digitales principalmente para la transmisión unidireccional de información y la gestión administrativa, más que para la creación colaborativa de conocimiento. Diversas investigaciones señalan que, aunque el MINEDU ha distribuido dispositivos, la falta de un acompañamiento pedagógico situado ha llevado a que muchos equipos queden subutilizados o se empleen de forma mecánica. La integración efectiva se ve limitada por la carga administrativa

docente y la percepción de la tecnología como una «carga extra» en lugar de un facilitador del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Competencias Digitales

Finalmente, la revisión del nivel de competencias digitales en contextos vulnerables muestra una brecha de segundo nivel que afecta tanto a estudiantes como a padres de familia. Si bien los estudiantes son considerados «nativos digitales» por su habilidad en el uso de redes sociales y entretenimiento, carecen a menudo de competencias para la búsqueda crítica de información, la ética digital y la resolución de problemas técnicos. Por otro lado, los padres de familia en zonas periféricas presentan niveles bajos de alfabetización mediática, lo que limita su capacidad para supervisar y apoyar el aprendizaje de sus hijos. Esta carencia de capital cultural digital en el hogar exacerba la desigualdad, ya que el estudiante no cuenta con un entorno de soporte que potencie las herramientas tecnológicas disponibles, consolidando así un ciclo de exclusión que trasciende el simple acceso físico.

DISCUSIÓN

El análisis de la brecha digital en Lima Metropolitana revela una tensión dialéctica entre el discurso gubernamental y la praxis educativa. El contraste de teorías permite observar que, mientras el Estado peruano promueve una narrativa de «modernización educativa» y «transformación digital» alineada con los estándares de la OCDE, la realidad en las aulas limeñas —especialmente en las zonas periféricas— muestra una desconexión estructural. La modernización se ha entendido predominantemente como un proceso de equipamiento, bajo la premisa de que la sola presencia de tecnología moderniza el aprendizaje. Sin embargo, como señalan diversos autores, esta visión tecnocentrista ignora que la tecnología no es un agente neutro, sino que está condicionada por

el capital cultural y las condiciones materiales de los estudiantes (Castells, 2024; Zeballos, 2023).

En cuanto al impacto en la equidad, los hallazgos plantean un debate ético fundamental: ¿está actuando la tecnología como un puente o como un nuevo mecanismo de segregación? Los datos sugieren que, lejos de democratizar el conocimiento, la digitalización acelerada ha profundizado las distancias preexistentes. Mientras que en los distritos de altos ingresos de la capital la tecnología potencia la autonomía y la investigación, en los distritos vulnerables se convierte en una barrera que acentúa el fracaso escolar debido a la falta de soporte técnico y pedagógico. Se está configurando lo que algunos teóricos denominan «el efecto Mateo» en la tecnología educativa: aquellos que ya poseen ventajas socioculturales obtienen mayores beneficios de las TIC, mientras que los desposeídos quedan relegados a un uso pasivo o nulo (Suárez-Guerrero et al., 2022).

Un punto crítico reside en las limitaciones de las políticas públicas. El programa de distribución masiva de tablets ha sido el eje central de la respuesta estatal; no obstante, el análisis crítico demuestra que el hardware por sí solo no resuelve la brecha de aprendizaje. Esta «falacia del acceso» asume que el dispositivo compensa la ausencia de conectividad estable, de capacitación docente situada y de entornos familiares digitalmente alfabetizados. La entrega de equipos sin un plan de mantenimiento y sin contenidos curriculares adaptados a las lenguas y realidades locales de los migrantes en Lima termina convirtiendo a las tablets en herramientas obsoletas en corto tiempo. La literatura reciente coincide en que el problema no es la falta de equipos, sino la carencia de un ecosistema digital que los sustente (Alarcón & Díaz, 2023; UNESCO, 2023).

Finalmente, las perspectivas futuras exigen un cambio de paradigma. Es imperativo transitar desde políticas basadas en el suministro de suministros hacia un enfoque integral que combine infraestructura robusta con una sólida formación en ciudadanía

digital. Esto implica que el sistema educativo debe preparar a los estudiantes limeños no solo para operar dispositivos, sino para navegar críticamente en la sociedad de la información, discernir noticias falsas y participar activamente en la cultura digital. La equidad educativa en Lima dependerá de la capacidad del Estado para garantizar que el acceso digital sea un derecho ciudadano efectivo y no una variable dependiente del código postal del estudiante.

CONCLUSIÓN

El análisis integral de la literatura y las evidencias estadísticas permite concluir que la brecha digital en Lima Metropolitana no es un fenómeno tecnológico aislado, sino una extensión directa y agravada de la brecha social preexistente. La capital peruana, lejos de ser un bloque homogéneo de desarrollo, reproduce en el ámbito digital las mismas estructuras de exclusión que han caracterizado su urbanismo y sus servicios públicos. La desigualdad en el acceso a dispositivos y conectividad de alta calidad sigue el trazado de la segmentación socioeconómica de la ciudad, consolidando una jerarquía en la que el origen geográfico del estudiante determina, en gran medida, sus posibilidades de éxito académico.

Uno de los hallazgos más críticos de esta revisión es que los principales desafíos han mutado. El acceso físico al hardware —si bien sigue siendo deficitario en las periferias— ya no representa el único obstáculo; la brecha de segundo nivel, centrada en las competencias digitales y el uso pedagógico, se ha convertido en el nuevo foco de desigualdad. Sin habilidades críticas para procesar información y sin entornos que fomenten la autonomía digital, la tecnología por sí sola resulta insuficiente para cerrar las brechas de aprendizaje.

Finalmente, se recomienda que las políticas públicas trasciendan la visión asistencialista de entrega de equipos. Es imperativo que el Estado, en alianza estratégica con el sector privado, priorice la implementación de redes de conectividad gratuita y estable en las zonas periféricas. Asimismo, se debe institucionalizar programas de capacitación docente continua que no solo se centren en el manejo instrumental de herramientas, sino en la integración creativa y crítica de las TIC en el currículo nacional para garantizar una verdadera equidad educativa.

REFERENCIAS

Alarcón, R., & Díaz, J. (2023). Desigualdades digitales en el sistema educativo peruano: Un análisis post-pandemia. Revista de Sociología de la Educación, 16(2), 145-163. https://doi.org/10.17811/rise.16.2.2023.145-163

Area-Moreira, M. (2021). La enseñanza remota de emergencia: Un análisis de las debilidades y fortalezas de la educación digital en tiempos de pandemia. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa, 20(1), 9-22. https://doi.org/10.17398/1695-288X.20.1.9

Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2023). Aprovechar las tecnologías para el aprendizaje: Un análisis de la educación en América Latina y el Caribe. BID. https://publications.iadb.org/es/publications

Castells, M. (2024). La era de la información: Economía, sociedad y cultura (Edición revisada). Alianza Editorial.

Consejo Nacional de Educación. (2020). Proyecto Educativo Nacional al 2036: El Reto de la Ciudadanía Plena. Ministerio de Educación del Perú. https://www.cne.gob.pe/uploads/publicaciones/2020/pen-al-2036.pdf

Cuenca, R. (2022). La educación peruana ante la incertidumbre: Cambios y continuidades. Instituto de Estudios Peruanos

(IEP). https://iep.org.pe/fondo-editorial/

Dussel, I. (2020). La formación docente y los desafíos de la aceleración digital. Revista de Educación y Tecnología, 15(3), 42-58.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2024). Informe Técnico: Estadísticas de las Tecnologías de Información y Comunicación en los Hogares. https://www.inei.gob.pe/biblioteca-virtual/boletines/tic/1/

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2025). Censo Nacional de Educación: Avances y Desafíos tecnológicos en Lima Metropolitana. INEI.

Mateus, J. C., & Quiroz, M. T. (2021). La alfabetización mediática e informacional en la formación docente: Desafíos para el currículo peruano. Revista de Educación, 391, 11-38. https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2021-391-470

Merino-Soto, C. (2018). Revisiones narrativas: Una guía breve para su redacción. Revista de Investigación en Psicología, 21(1), 125-134. https://doi.org/10.15381/rinvp.v21i1.15112

Ministerio de Educación del Perú (MINEDU). (2021). Estrategia Nacional para la Implementación del Modelo de Servicio Educativo a Distancia. https://www.gob.pe/minedu

Ministerio de Educación del Perú (MINEDU). (2024). Evaluación Nacional de Logros de Aprendizaje: Impacto de la presencialidad y el uso de TIC. Oficina de Medición de la Calidad de los Aprendizajes. http://umc.minedu.gob.pe/

Ministerio de Educación del Perú (MINEDU). (2025). Informe sobre el estado de la infraestructura tecnológica en instituciones educativas públicas de Lima Metropolitana. Dirección de Innovación Tecnológica en Educación.

Romaní-Isla, L. (2022). Metodologías para la revisión de literatura en ciencias sociales: Un enfoque desde el contexto peruano. Investigación Bibliotecológica, 36(90), 45-62. https://doi.org/10.22201/iibi.2448832lxe.2022.90.58431

Suárez-Guerrero, C., Lloret-Catalá, C., & Lizandra, J. (2022). La brecha digital en la educación básica: una revisión teórica desde la equidad. Revista Iberoamericana de Educación, 88(1), 11-27. https://doi.org/10.35362/rie8814781

Sunkel, G., & Ullmann, H. (2024). Las tecnologías de la información y la comunicación en la educación en América Latina: Una revisión de las metas del ODS 4. Revista CEPAL, 142, 89-105. https://www.cepal.org/es/publicaciones

UNESCO. (2023). Informe de seguimiento de la educación en el mundo: Tecnología en la educación ¿Una herramienta en los términos de quién?. París, Francia. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385723

UNESCO. (2024). Tecnologías para la equidad: Directrices para políticas de inclusión digital en sistemas educativos. Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe.

Vargas-Murillo, G. (2020). Estrategias educativas y tecnología digital en el contexto del COVID-19. Revista Cuadernos Hospital de Clínicas, 61(1), 114-119. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1652-67762020000100015

Warschauer, M. (2021). Technology and Social Inclusion: Rethinking the Digital Divide. MIT Press. https://doi.org/10.7551/mitpress/6699.001.0001

Zeballos, M. (2023). Competencias digitales y brecha social: Un estudio en las escuelas periféricas de Lima Sur. Educación y Ciencia, 12(1), 45-59. https://doi.org/10.37811/cl.v7i1.4421

Capítulo 2

Desafíos de la educación intercultural bilingüe en contextos urbanos: El caso de las comunidades migrantes en Arequipa

HERBET JHON APAZA LUQUE
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

WILBER HUILLCA GARCIA
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

MARGOT ALICIA PUMA LEÓN
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

RESUMEN

La Educación Intercultural Bilingüe (EIB) en el Perú enfrenta una crisis de implementación al trasladarse de su diseño original rural a los complejos escenarios urbanos de ciudades como Arequipa. Esta revisión narrativa analiza los desafíos pedagógicos, institucionales y socioculturales que atraviesan las comunidades migrantes de regiones como Puno y Cusco asentadas en la periferia arequipeña. Los hallazgos revelan un desfase estructural caracterizado por la escasez de materiales educativos contextualizados a la urbe y una carencia crítica de docentes certificados en lenguas originarias en las UGEL locales. Asimismo, se identifica el fenómeno de la «huida lingüística», donde la discriminación y el estigma social impulsan a las familias a priorizar el castellano, generando un bilingüismo sustractivo que vulnera la identidad del estudiante. Se concluye que el modelo EIB actual requiere una reconfiguración urgente que trascienda la visión ruralista e integre procesos de justicia sociolingüística y formación docente con enfoque crítico. Solo mediante la validación de las identidades híbridas en la escuela y

la garantía de los derechos lingüísticos en la ciudad será posible transitar hacia una educación verdaderamente inclusiva que responda a la realidad migratoria de la región sur del país.

Palabras clave: Educación Intercultural Bilingüe, Migración urbana, Arequipa, Justicia sociolingüística, Políticas educativas.

INTRODUCCIÓN

La Educación Intercultural Bilingüe (EIB) en el Perú se define no solo como un modelo pedagógico, sino como un derecho humano y colectivo que busca garantizar que los estudiantes de pueblos originarios reciban una educación que respete su cultura y lengua materna (Ministerio de Educación [MINEDU], 2018). Históricamente, la evolución legal de la EIB ha transitado desde una visión asimilacionista a mediados del siglo XX hacia un enfoque crítico y de derechos, consolidado en la Ley General de Educación Nº 28044 y la Política Nacional de Educación Intercultural Bilingüe al 2021. Bajo este marco, la EIB se fundamenta en la premisa de que la diversidad cultural es un activo y no un obstáculo para el desarrollo nacional.

Sin embargo, existe un marcado contraste entre este robusto corpus normativo y la praxis educativa en contextos urbanos. Si bien la EIB fue concebida originalmente para zonas rurales con alta densidad de hablantes nativos, la realidad migratoria ha trasladado estas necesidades a las metrópolis. En las escuelas urbanas, los estudiantes migrantes a menudo enfrentan procesos de asimilación cultural forzada. Como señala Zavala (2019), el sistema escolar urbano suele operar bajo una lógica de homogeneización donde el castellano es la lengua de prestigio y poder, mientras que las lenguas originarias son percibidas como barreras para el éxito académico. Esta dinámica genera un bilingüismo sustractivo, donde el estudiante abandona su lengua materna para evitar el estigma y la discriminación.

En este escenario, la ciudad de Arequipa se presenta como un caso de estudio crítico. Consolidada como el principal polo de desarrollo regional del sur andino, Arequipa ha experimentado un crecimiento demográfico exponencial debido a la migración proveniente de Puno, Cusco y Apurímac. A pesar de ser un espacio de confluencia lingüística —donde el quechua y el aimara están presentes en la vida cotidiana de miles de ciudadanos—, la lengua originaria suele quedar relegada estrictamente al ámbito privado o doméstico. En las aulas arequipeñas, la «invisibilización» del estudiante migrante es una constante; la falta de docentes capacitados en EIB en las zonas periféricas de distritos como Cerro Colorado o Yura exacerba la desconexión entre el hogar y la escuela.

La justificación de este artículo radica en la urgencia de repensar la interculturalidad fuera de sus fronteras rurales tradicionales. La ciudad, como espacio de hibridez, exige que la educación no solo «tolere» la diferencia, sino que la integre activamente en el currículo urbano. La brecha entre la política pública y la implementación efectiva en las Unidades de Gestión Educativa Local (UGEL) de Arequipa sugiere que la descentralización de la EIB aún no alcanza la profundidad necesaria para proteger a las minorías lingüísticas en entornos urbanos competitivos.

Por lo expuesto, el presente artículo de revisión narrativa tiene como objetivo principal sintetizar la evidencia académica y documental sobre los desafíos y obstáculos que impiden una educación verdaderamente inclusiva en la ciudad de Arequipa. A través del análisis de la literatura actual, se busca identificar las barreras pedagógicas y socioculturales que limitan el ejercicio del derecho a una identidad cultural plena para las comunidades migrantes en el contexto escolar urbano.

METODOLOGÍA

La presente investigación se inscribe bajo el diseño de una revisión narrativa de la literatura. A diferencia de las revisiones sistemáticas, este enfoque permite una síntesis crítica y descriptiva de un espectro amplio de conocimientos, facilitando la comprensión de fenómenos complejos como la Educación Intercultural Bilingüe (EIB) en entornos urbanos cambiantes (Guirao-Goris, 2015). Este tipo de estudio es fundamental para identificar vacíos en el conocimiento y contrastar la teoría normativa con las prácticas educativas observadas en el contexto específico de Arequipa.

Estrategia de Búsqueda y Selección

Para garantizar la representatividad y calidad de las fuentes, se realizó una búsqueda exhaustiva en bases de datos académicas de alto impacto, incluyendo SciELO, Redalyc y Dialnet. Asimismo, dada la naturaleza política y social del objeto de estudio, se incorporó «literatura gris» proveniente de repositorios institucionales de organismos rectores como el Ministerio de Educación del Perú (MINEDU) y la UNESCO. El marco temporal definido para la selección de los documentos comprendió el periodo entre 2015 y 2025, asegurando así la vigencia de los datos frente a las transformaciones demográficas recientes de la región.

El proceso de recuperación de información se ejecutó mediante el uso de descriptores y operadores booleanos. Las palabras clave empleadas fueron: «Educación Intercultural», «Bilingüismo», «Migración», «Arequipa» y «Políticas Educativas». Se aplicaron criterios de inclusión referidos a artículos originales, informes técnicos y tesis de posgrado que abordaran directamente la educación de comunidades migrantes en contextos no rurales del sur andino.

Proceso de Análisis de Datos

Una vez recopilado el corpus documental, se procedió a una

lectura analítica y crítica para organizar los hallazgos. Siguiendo la propuesta de categorización temática, la información se estructuró en tres ejes fundamentales:

1. Eje Institucional: Referido al marco normativo, la gestión de las Unidades de Gestión Educativa Local (UGEL) en Arequipa y la disponibilidad de plazas para docentes con certificación en lenguas originarias.

2. Eje Pedagógico: Centrado en las estrategias didácticas empleadas en el aula urbana, la pertinencia de los materiales educativos y la adaptación del currículo nacional a la realidad pluricultural citadina.

3. Eje Sociocultural: Orientado a analizar las actitudes lingüísticas, los procesos de estigmatización y la percepción de los padres de familia migrantes respecto a la enseñanza de la lengua materna (Vera, 2017).

Este proceso de categorización permitió realizar una triangulación de fuentes, contrastando las metas declaradas por el Estado con los desafíos reportados en las investigaciones de campo. Como señalan Fernández y Villavicencio (2020), la organización por ejes temáticos en las revisiones narrativas favorece una discusión más profunda sobre cómo las desigualdades estructurales se manifiestan en la cotidianidad escolar. Finalmente, la síntesis de estos datos constituye la base para las propuestas y conclusiones desarrolladas en este capítulo.

RESULTADOS

Perfil sociolingüístico y demografía migrante

Los hallazgos confirman que la configuración demográfica de Arequipa ha sido transformada por flujos migratorios persistentes, principalmente de las regiones de Puno, Cusco y Apurímac. Los

distritos de Cerro Colorado, Paucarpata y Yura concentran la mayor densidad de población migrante con herencia quechua y aimara. Según datos analizados, en estos sectores periféricos, el estudiante migrante no es un sujeto estático, sino que posee una identidad dinámica y, a menudo, fragmentada. Se observa que, si bien el hogar mantiene estructuras culturales andinas, el espacio público de la ciudad presiona al estudiante hacia una asimilación rápida, lo que genera un perfil de hablante de herencia que comprende la lengua, pero no la produce (Zevallos, 2022).

Barreras pedagógicas y gestión institucional

Uno de los resultados más críticos es la persistencia de brechas en la gestión de las UGEL Norte y Sur. A pesar de que el registro de instituciones educativas EIB ha crecido nominalmente, existe una escasez severa de materiales educativos contextualizados para el entorno urbano. Los textos distribuidos por el MINEDU suelen tener un fuerte sesgo rural (imágenes de campo, labores agrícolas), que no conectan con la experiencia de un niño migrante en la urbe arequipeña. Asimismo, la falta de docentes con certificación vigente en el Registro Nacional de Docentes Bilingües de Lenguas Originarias (RNDBLO) en plazas urbanas es alarmante. Como señala Condori (2023), la mayoría de los docentes asignados a escuelas con población migrante en Arequipa son monolingües en castellano, lo que anula cualquier posibilidad de mediación cultural efectiva.

El fenómeno de la «huida lingüística» y discriminación

La revisión literaria identifica un fenómeno sociolingüístico denominado «huida lingüística». Los padres de familia, motivados por experiencias previas de exclusión y el estigma social que aún pesa sobre las lenguas andinas en Arequipa, optan por no transmitir el quechua o aimara a sus hijos. Este proceso no es una elección libre, sino una estrategia de supervivencia frente a la discriminación percibida en las instituciones. La escuela urbana, lejos de ser un refugio, actúa en ocasiones como el primer espacio de ruptura con la lengua materna (Vera, 2017). Se reporta que el uso de la

lengua originaria en el recreo o en interacciones informales es motivo de burla entre pares, lo que refuerza el silencio pedagógico del estudiante migrante.

Evaluación de la Red de Escuelas EIB Urbanas

Finalmente, respecto a la implementación de políticas públicas, se observa un avance incipiente en la consolidación de la Red de Escuelas EIB Urbanas. Si bien la normativa regional ha intentado formalizar estos espacios, la operatividad es limitada debido a la falta de presupuesto específico y de una currícula diversificada. Las iniciativas suelen depender del voluntarismo de directivos o colectivos docentes más que de una estructura estatal sólida. El análisis de los informes técnicos indica que, aunque Arequipa cuenta con una «Ruta de Implementación del Modelo EIB», los indicadores de logro de aprendizaje en lengua materna en zonas urbanas siguen siendo inferiores a los del castellano, evidenciando una atención deficitaria a la diversidad lingüística de la ciudad (MINEDU, 2020).

DISCUSIÓN

El desfase estructural entre el modelo EIB y la urbanidad

La literatura revisada permite colegir que el principal obstáculo para el éxito de la Educación Intercultural Bilingüe en Arequipa es el desfase de diseño. El modelo EIB peruano nació con un sesgo marcadamente rural, partiendo de la premisa de comunidades geográficamente aisladas y lingüísticamente homogéneas. Sin embargo, en una ciudad globalizada y dinámica como Arequipa, esta premisa se desmorona. Como sostiene Howard (2021), la EIB urbana no puede ser una simple «traslación» del modelo rural; requiere una pedagogía de la ciudad que reconozca el multilingüismo y la alta movilidad de los estudiantes. En Arequipa, el modelo falla porque no logra integrar los saberes urbanos con

la herencia andina, manteniendo una dicotomía que etiqueta lo indígena como algo perteneciente exclusivamente al pasado o al campo.

Negociación de identidad y resiliencia

Frente a la presión homogenizadora, los estudiantes y familias migrantes en distritos como Paucarpata desarrollan complejas estrategias de negociación identitaria. No se trata de una pérdida total de la cultura, sino de una transformación. La resiliencia cultural se manifiesta en formas híbridas; por ejemplo, el uso de préstamos lingüísticos o la práctica de festividades andinas adaptadas al asfalto. No obstante, la escuela suele ignorar estas manifestaciones, forzando al estudiante a una «doble vida» cultural. Aikman (2020) advierte que cuando la escuela no valida estas identidades en tránsito, el estudiante percibe su origen como una carga, lo que socava su autoestima y desempeño académico. La resiliencia, por tanto, ocurre muchas veces a pesar del sistema educativo y no gracias a él.

Contraste regional: Arequipa, Lima y Juliaca

Al comparar la situación de Arequipa con otras metrópolis, se observan matices significativos. En Juliaca, la hegemonía del quechua y aimara en el comercio formal otorga a la lengua un valor pragmático que facilita su permanencia en la escuela. Por el contrario, en Lima y Arequipa, el castellano actúa como un «filtro de ciudadanía». Sin embargo, Arequipa presenta una particularidad: su fuerte identidad regional («el regionalismo arequipeño») a veces entra en colisión con la identidad migrante, generando una barrera simbólica más rígida que en la capital, donde la diversidad está más atomizada. Esta «muralla invisible» en Arequipa hace que la implementación de la EIB urbana sea percibida por algunos sectores como ajena a la identidad local (Valdivia, 2022).

Implicancias éticas y derechos lingüísticos

Finalmente, la discusión nos lleva a una dimensión ética: la educación no es un proceso neutral. La persistencia de una enseñanza monolingüe en una ciudad plurilingüe constituye una vulneración de los derechos lingüísticos. Preservar la lengua en la urbe es un acto de justicia social. Como argumenta Walsh (2017), la interculturalidad crítica debe apuntar a transformar las estructuras de poder que jerarquizan a las personas según cómo hablan. Si la EIB en Arequipa sigue siendo una «educación para pobres y migrantes» y no una propuesta para toda la ciudadanía, se continuará reproduciendo la desigualdad bajo un barniz de inclusión.

CONCLUSIÓN

La revisión narrativa de la literatura permite concluir que los desafíos de la Educación Intercultural Bilingüe (EIB) en la ciudad de Arequipa poseen un carácter estructural y sistémico, trascendiendo la esfera puramente metodológica. La brecha entre la ambiciosa normativa peruana y su implementación en los distritos periféricos de la ciudad revela que el sistema educativo aún no ha logrado adaptar el modelo EIB a la complejidad de los entornos urbanos globalizados. Resulta imperativo, por tanto, una reconfiguración profunda de la formación docente, tanto inicial como continua, que dote a los maestros de herramientas no solo lingüísticas, sino sociopolíticas para gestionar la diversidad en aulas donde el castellano ejerce una hegemonía asimilacionista.

Como recomendaciones principales, se destaca la necesidad de implementar programas de sensibilización dirigidos a los padres de familia migrantes, con el fin de mitigar la «huida lingüística» y revalorizar la lengua materna como un activo de desarrollo cognitivo y cultural. Asimismo, la gestión pública debe transitar hacia la creación de currículos que integren los saberes locales y

las identidades híbridas de las comunidades migrantes, evitando la segregación de lo «intercultural» como algo exclusivo de las minorías.

Finalmente, se proponen como líneas futuras de investigación la realización de estudios etnográficos de profundidad en instituciones educativas específicas de la UGEL Norte y Sur. Estos estudios permitirán medir con precisión el impacto emocional y pedagógico del bilingüismo sustractivo, aportando evidencia empírica sobre cómo la pérdida de la lengua afecta la construcción de la identidad y el bienestar psicosocial de los estudiantes en la urbe arequipeña.

REFERENCIAS

Aikman, S. (2020). Educación indígena y cambio social: Tensiones en contextos urbanos y rurales. Instituto de Estudios Peruanos. https://repositorio.iep.org.pe/handle/IEP/1175

Ames, P. (2019). Educación e interculturalidad: Repensar la escuela en contextos de diversidad. Revista Peruana de Investigación Educativa, 11(11), 5-10. https://doi.org/10.35622/j.rie.2019.11.001

Condori, J. (2023). Desafíos de la formación docente bilingüe en la periferia urbana de Arequipa. Revista de Educación y Cultura Sur Andina, 15(2), 45-62. https://revista-surandina.unsa.edu.pe/articulos/v15n2/condori

Fernández, M., y Villavicencio, M. (2020). Metodologías para la investigación en educación intercultural. Pontificia Universidad Católica del Perú. https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/171500

Guirao-Goris, S. J. (2015). El artículo de revisión. Revista Iberoamericana de Enfermería Comunitaria, 8(1), 39-48. https://www.uhu.es/biblioteca/instruccion/articulorevision.pdf

Howard, R. (2021). Lenguas originarias y justicia social en el Perú contemporáneo. Oxford University Press / PUCP. https://doi.org/10.1093/oso/9780197531426.001.0001

Ministerio de Educación. (2018). Modelo de Servicio Educativo Intercultural Bilingüe. MINEDU. https://www.gob.pe/institucion/minedu/informes-publicaciones/194754-modelo-de-servicio-educativo-eib

Ministerio de Educación. (2020). Informe de resultados: Evaluación de la implementación del modelo de servicio EIB. Secretaría de Planificación Estratégica. https://sigp.minedu.gob.pe/documentos/informe-eib-2020

Quispe, L. (2024). Migración y bilingüismo sustractivo en el sur del Perú: El caso de las escuelas de Cerro Colorado. Horizonte Académico. https://horizonteacademico.org/estudios/migracion-arequipa

Trapnell, L., y Neira, E. (2017). La educación intercultural bilingüe en el Perú: Balances y perspectivas. GRADE. https://www.grade.org.pe/publicaciones/la-educacion-intercultural-bilingue-en-el-peru/

Tubino, F. (2015). La interculturalidad crítica como proyecto ético-político. Red Internacional de Estudios Interculturales (RIDEI). https://ridei.pucp.edu.pe/biblioteca/interculturalidad-critica-proyecto-etico-politico/

UNESCO. (2021). Derecho a la educación en lenguas indígenas: Un análisis desde las ciudades. Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000378452

Valdivia, N. (2022). Identidades en conflicto: Migración y discriminación en las ciudades intermedias del Perú. GRADE. https://www.grade.org.pe/publicaciones/identidades-en-conflicto-migracion-arequipa

Vera, E. (2017). El desafío de la EIB urbana: Un estudio de caso sobre la migración andina. Revista de Investigaciones Altoandinas, 19(2), 211-224. https://doi.org/10.18271/ria.2017.278

Walsh, C. (2017). Interculturalidad crítica y educación decolonial. En: Pedagogías decoloniales (pp. 33-64). Abya-Yala. https://base.socioeco.org/docs/walsh_interculturalidad_critica.pdf

Zavala, V. (2019). Justicia sociolingüística y educación intercultural bilingüe en el Perú. Íkala, Revista de Lenguaje y Cultura, 24(2), 343-359. https://doi.org/10.17533/udea.ikala.v24n02a09

Zevallos, G. (2022). Políticas educativas y migración interna en el sur del Perú. Editorial Universitaria UNSA. https://repositorio.unsa.edu.pe/handle/20.500.12773/14522

Capítulo 3

Análisis comparativo de la estabilidad estructural y resistencia hidrodinámica de arrecifes artificiales bajo diferentes regímenes de corrientes marinas en Punta San Pablo

NIKITA IVAN MORALES CABRERA
Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman

LORENZO WALTER IBÁRCENA FERNÁNDEZ
Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman

RUSLAN ALFREDO PASTOR CUBA
Instituto del Mar del Perú

RESUMEN

El despliegue de arrecifes artificiales como estrategia de restauración ecológica y protección costera enfrenta desafíos críticos en entornos de alta energía como Punta San Pablo. Esta revisión narrativa analiza de manera comparativa la estabilidad estructural y la resistencia hidrodinámica de diversas unidades sumergidas bajo diferentes regímenes de corrientes marinas. Mediante la síntesis de estudios técnicos y simulaciones de dinámica de fluidos computacional, se determinó que la integridad física de estas estructuras depende de una interacción compleja entre su geometría, porosidad y densidad de material. Los resultados indican que los diseños con baja relación de aspecto y porosidad controlada (40-50%) reducen significativamente el coeficiente de arrastre y mitigan la socavación del sedimento. Se identificó que las corrientes extremas en invierno (hasta 1.8 m/s) representan

el escenario de carga más crítico, superando en ocasiones los factores de seguridad de los diseños convencionales. Se concluye que es imperativa la integración de la ingeniería hidráulica con la biología marina para optimizar la estabilidad mecánica, sugiriéndose la implementación de modelos híbridos adaptados a la hidrodinámica local. Estos hallazgos proporcionan un marco teórico fundamental para asegurar la permanencia a largo plazo de los proyectos de restauración marina y su éxito en la provisión de servicios ecosistémicos en zonas dinámicas.

Palabras clave: Arrecifes artificiales, estabilidad estructural, resistencia hidrodinámica, corrientes marinas, Punta San Pablo.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, los ecosistemas marinos han enfrentado una degradación acelerada debido al cambio climático y la actividad antropogénica, lo que ha impulsado el desarrollo de los arrecifes artificiales (AA) como una estrategia clave para la restauración ecológica y la protección costera. Estas estructuras no solo funcionan como núcleos de biodiversidad al proporcionar refugio y sustrato para diversas especies, sino que también actúan como barreras físicas que disipan la energía del oleaje y las corrientes. Según la literatura reciente, la efectividad de un arrecife artificial no depende únicamente de su capacidad de agregación biológica, sino de su permanencia estructural en el lecho marino, factor que está directamente condicionado por las fuerzas hidrodinámicas del entorno.

Sin embargo, el despliegue de estas estructuras en zonas de alta dinámica energética, como Punta San Pablo, presenta desafíos críticos de ingeniería. La problemática central reside en la vulnerabilidad de las estructuras sumergidas ante el esfuerzo de corte y la fuerza de arrastre (drag). En entornos con regímenes de corrientes intensas, la interacción entre el fluido y el sólido genera

fenómenos de turbulencia y aceleraciones locales que pueden comprometer la integridad del proyecto. Un diseño inadecuado puede derivar en el volcamiento, el deslizamiento o el hundimiento excesivo debido a la socavación (scour) alrededor de la base. Esta inestabilidad no solo anula los beneficios ecológicos buscados, sino que puede convertir al arrecife en un residuo sólido que daña los hábitats naturales circundantes.

La justificación de este análisis radica en la imperativa necesidad de integrar de forma transdisciplinar los conceptos de la ingeniería hidráulica con los objetivos de la biología marina. Históricamente, muchos proyectos de arrecifes artificiales han fracasado por priorizar la complejidad biológica sin un estudio riguroso de la estabilidad mecánica. En Punta San Pablo, donde las corrientes marinas presentan variaciones estacionales y velocidades considerables, es fundamental entender cómo la geometría, la porosidad y la rugosidad de los módulos afectan su coeficiente de arrastre. Optimizar estos parámetros permite mejorar la tasa de éxito de los proyectos de restauración, asegurando que las estructuras cumplan su ciclo de vida útil y faciliten la sucesión ecológica a largo plazo.

Por consiguiente, el objetivo de la presente revisión narrativa es evaluar, mediante el análisis de la literatura científica y técnica existente, el desempeño de diversos modelos de arrecifes artificiales en función de su estabilidad mecánica y su comportamiento hidrodinámico. Se busca identificar las configuraciones estructurales que ofrecen la mejor resistencia bajo diferentes regímenes de corrientes, proporcionando un marco de referencia teórico para futuras implementaciones en la zona de Punta San Pablo. A través de esta comparativa, se pretende establecer un equilibrio entre la robustez física necesaria para resistir las fuerzas hídricas y la funcionalidad ecosistémica requerida para la conservación marina.

METODOLOGÍA

La presente investigación se fundamenta en un diseño de revisión narrativa de carácter descriptivo y comparativo. Este enfoque permite sintetizar la evidencia científica dispersa sobre la estabilidad mecánica de estructuras sumergidas, facilitando la integración de hallazgos provenientes de la ingeniería civil oceánica y la ecología marina aplicada. A diferencia de una revisión sistemática estricta, la revisión narrativa proporciona la flexibilidad necesaria para interpretar estudios de diversa naturaleza —desde modelos matemáticos abstractos hasta reportes de monitoreo in situ— permitiendo establecer analogías directas con las condiciones específicas de Punta San Pablo.

La estrategia de búsqueda se centró en la identificación de literatura técnica de alto impacto indexada en bases de datos como ScienceDirect, Scopus y IEEE Xplore, cubriendo un periodo de análisis preferente de los últimos diez años para garantizar la vigencia tecnológica de las soluciones evaluadas. Se emplearon descriptores especializados y operadores booleanos en español e inglés, tales como: «hydrodynamic resistance», «artificial reefs», «structural stability», «drag coefficient» y «computacional fluid dynamics (CFD)». La selección de términos en inglés fue prioritaria debido a que la mayor parte de la modelación de resistencia de materiales en ambientes bentónicos se publica en este idioma.

Para garantizar el rigor de la revisión, se establecieron criterios de inclusión estrictos. Se seleccionaron artículos originales y de revisión que abordaran simulaciones de dinámica de fluidos computacional (CFD), dado que estas herramientas permiten visualizar con precisión la interacción entre el flujo marino y la geometría del arrecife. Asimismo, se incluyeron reportes técnicos y estudios de monitoreo realizados en zonas con condiciones oceanográficas análogas a Punta San Pablo, considerando variables como la velocidad promedio de la corriente (0.5 a 1.5 m/s), la profundidad de instalación y el tipo de sedimento predominante. Se excluyeron

aquellos estudios que no proporcionaran datos cuantitativos sobre las fuerzas de arrastre o la estabilidad gravitacional de los módulos.

El proceso de análisis y síntesis de la información se estructuró a través de una categorización triaxial. En el primer eje, geometría de la unidad, se examinaron las formas estructurales (cubos, pirámides truncadas, estructuras tipo «reef ball» y diseños biomiméticos) y su relación con la generación de vórtices. El segundo eje, densidad del material, analizó la influencia del peso sumergido y el centro de gravedad en la resistencia al deslizamiento y volcamiento, comparando materiales tradicionales como el concreto reforzado frente a polímeros avanzados y escorias industriales. Finalmente, el tercer eje, régimen de flujo, categorizó la respuesta estructural bajo condiciones de flujo laminar y, especialmente, flujo turbulento, donde las fluctuaciones de presión sobre la estructura son más críticas para su estabilidad a largo plazo. Este marco metodológico asegura una evaluación exhaustiva que trasciende la simple descripción biológica, enfocándose en la viabilidad física de los arrecifes artificiales.

RESULTADOS

Los resultados de la presente revisión permiten identificar patrones críticos en la interacción entre la dinámica oceanográfica y la integridad física de los arrecifes artificiales (AA). A continuación, se detallan los hallazgos estructurados según los ejes de análisis propuestos.

Caracterización de corrientes en Punta San Pablo

La síntesis de la literatura oceanográfica para la zona de Punta San Pablo revela un régimen de flujo predominantemente bidireccional, influenciado por mareas de sicigia y corrientes costeras persistentes. Se identificó una variabilidad estacional significativa: durante los

meses de invierno, las velocidades de corriente en el fondo alcanzan picos de hasta 1.8 m/s debido al aumento de la energía del oleaje y vientos del cuadrante sur. En contraste, el periodo estival muestra un régimen más estable con velocidades promedio de 0.6 m/s. Esta fluctuación estacional es determinante, ya que los eventos de velocidad máxima representan el escenario de carga crítica para el diseño de cualquier estructura sumergida en la región.

Estabilidad Estructural y Comparativa de Materiales

El análisis comparativo de materiales destaca que el concreto de pH neutro sigue siendo el estándar de oro debido a su alta densidad y durabilidad química. Los estudios revisados indican que los módulos de concreto presentan una resistencia al deslizamiento superior en un 35% en comparación con las estructuras metálicas ligeras, las cuales requieren sistemas de anclaje adicionales para evitar el desplazamiento horizontal. Por otro lado, los materiales compuestos (fibras reforzadas) ofrecen una excelente resistencia a la corrosión, pero su baja masa específica los hace susceptibles al volcamiento bajo regímenes de flujo turbulento. La estabilidad mecánica óptima se ha observado en diseños que sitúan el centro de gravedad en el tercio inferior de la estructura, minimizando el brazo de palanca generado por la fuerza de arrastre.

Resistencia Hidrodinámica: Porosidad y Rugosidad

Un hallazgo fundamental es la relación inversamente proporcional entre la porosidad de la estructura y su coeficiente de arrastre (C_d). Los arrecifes con una porosidad del 40% al 50% permiten el paso del flujo, reduciendo la presión diferencial entre las caras de la estructura y, por ende, disminuyendo la fuerza de arrastre total en aproximadamente un 25% respecto a bloques sólidos. Asimismo, la rugosidad superficial influye en la capa límite del fluido; superficies con texturas rugosas (que imitan el sustrato natural) tienden a inducir micro-turbulencias que, aunque aumentan localmente la fricción, pueden estabilizar el flujo global alrededor de la unidad en regímenes de alta velocidad.

Interacción Estructura-Sedimento y Socavación (Scour)

La interacción con el lecho marino es el punto de falla más común. Se identificó que en Punta San Pablo, donde predomina el sedimento arenoso de grano medio, la velocidad crítica de inicio de socavación se sitúa cerca de los 0.4 m/s. Las simulaciones y reportes de monitoreo muestran que las estructuras con bases cuadrangulares generan vórtices de herradura más intensos, provocando fosas de socavación que pueden alcanzar profundidades equivalentes al 30% de la altura del arrecife. En contraparte, los diseños con bases circulares o poligonales suavizan la transición del flujo, distribuyendo de manera más uniforme los esfuerzos de corte sobre el sedimento y reduciendo el riesgo de descalce estructural.

DISCUSIÓN

La interpretación de los hallazgos de esta revisión subraya que la estabilidad de un arrecife artificial (AA) en entornos dinámicos como Punta San Pablo trasciende la mera resistencia del material, vinculándose estrechamente con la arquitectura de la unidad. La relación entre la forma geométrica y la generación de vórtices es un factor determinante: mientras que las estructuras cúbicas o prismáticas tienden a generar vórtices de gran escala que incrementan la presión de succión en la cara posterior, las geometrías esféricas o piramidales truncadas favorecen un flujo más aerodinámico. Estudios recientes indican que los vórtices de herradura generados por bases angulares no solo perjudican la estabilidad al aumentar las fuerzas de arrastre, sino que aceleran la erosión del sustrato. En contraste, las estructuras que incorporan una porosidad interna controlada logran fragmentar estos vórtices, transformando la energía cinética del flujo en pequeñas turbulencias que disipan la fuerza total sobre el cuerpo del arrecife.

Al realizar una comparativa crítica de los diseños actuales implementados o propuestos para Punta San Pablo, surge la interrogante de si estos son suficientes frente a los regímenes de corrientes extremos identificados. La evidencia sugiere una brecha significativa: muchos de los diseños estándar, optimizados para condiciones de baja energía, podrían resultar insuficientes ante los picos de velocidad de 1.8 m/s registrados en invierno. La literatura técnica advierte que, en zonas de alta energía, el factor de seguridad suele subestimarse al no considerar la combinación sinérgica del empuje hidrostático y la aceleración de la masa de agua (fuerza de inercia). Por tanto, la suficiencia de los diseños actuales en Punta San Pablo debe ser cuestionada, especialmente si se omiten las simulaciones de eventos meteorológicos extremos que, aunque de baja frecuencia, poseen el potencial de desestabilizar colonias enteras de AA.

Las implicaciones para el diseño derivadas de esta revisión apuntan hacia la optimización de la relación de aspecto y el peso sumergido. Se recomienda que los arrecifes destinados a esta zona presenten una relación de aspecto baja (mayor base que altura) para reducir el brazo de palanca y el momento de volcamiento. El peso sumergido debe calcularse considerando no solo el volumen de concreto, sino la pérdida de peso aparente por el principio de Arquímedes y la fricción con el lecho marino. Una recomendación técnica clave es el uso de bases «faldón» o extendidas, que aumentan la superficie de contacto y minimizan el gradiente de presión que induce la socavación.

Finalmente, es necesario reconocer las limitaciones del conocimiento actual. Existe una brecha notable en los estudios de fatiga de materiales y degradación estructural a largo plazo bajo regímenes de flujo cíclico y altamente turbulento. La mayoría de las investigaciones se centran en la estabilidad inmediata o a corto plazo, ignorando cómo la colonización biológica (biofouling) altera el coeficiente de arrastre original con el paso de los años. El aumento de la rugosidad por el crecimiento de organismos puede incrementar la resistencia hidrodinámica de manera imprevista,

convirtiendo una estructura inicialmente estable en una vulnerable al desplazamiento tras una década de servicio.

CONCLUSIÓN

La síntesis de esta revisión técnica permite concluir que la estabilidad estructural de los arrecifes artificiales en Punta San Pablo no es un atributo intrínseco de la masa del material, sino que depende críticamente de la relación entre la geometría de la unidad y su orientación respecto a la corriente dominante. La interacción fluido-estructura revela que incluso los módulos más densos pueden ser vulnerables si su diseño no contempla la disipación de la energía cinética del flujo, especialmente en un entorno caracterizado por regímenes de corrientes estacionales extremos.

Como hallazgo principal, se determina que los diseños que integran una mayor complejidad geométrica y una porosidad controlada ofrecen el balance óptimo entre estabilidad mecánica y funcionalidad biológica. Estas estructuras permiten el tránsito del flujo a través de sus cavidades, lo que reduce significativamente el coeficiente de arrastre y mitiga la presión diferencial que causa el volcamiento. Al mismo tiempo, esta complejidad arquitectónica maximiza el área de superficie para la colonización de especies y la creación de refugios, cumpliendo con el doble propósito de restauración ecológica y permanencia física.

Finalmente, se recomienda encarecidamente la implementación de modelos híbridos que consideren de manera específica la hidrodinámica local de Punta San Pablo antes de proceder con instalaciones a gran escala. Es imperativo que los futuros proyectos de ingeniería costera en la región abandonen los diseños genéricos y adopten configuraciones validadas mediante simulaciones de dinámica de fluidos y pruebas de campo piloto. Solo a través de este enfoque transdisciplinar se podrá garantizar que los arrecifes artificiales operen como soluciones sostenibles y resilientes frente

a la dinámica oceánica del Pacífico.

REFERENCIAS

Al-Hamed, S., & Shiri, A. (2023). Hydrodynamic drag and lift coefficients of complex artificial reef geometries: A review of experimental data. Ocean Engineering, 271, 113742. https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2023.113742

Anwar, N. M., Kim, H., & Park, J. H. (2022). Numerical simulation of flow field characteristics around various artificial reef shapes using CFD. Journal of Coastal Research, 116(sp1), 345-349. https://doi.org/10.2112/JCR-SI116-070.1

Baine, M. (2001). Artificial reefs: a review of their design, application and performance. Ocean & Coastal Management, 44(3-4), 241-259. https://doi.org/10.1016/S0964-5691(01)00048-5

Becker, P., Sahlberg, J., & Larsson, T. (2022). Hydrodynamic impact on artificial reef stability: A numerical modeling approach. Journal of Marine Science and Engineering, 10(5), 612. https://doi.org/10.3390/jmse10050612

Chen, Y., & Zhang, H. (2024). Impact of seasonal current variations on the long-term stability of artificial reef groups. Marine Systems Research, 58, 112-125. https://doi.org/10.1016/j.marsys.2024.112

Düzbastılar, M. K., & Sentürk, U. (2022). Determining the drag coefficient of different artificial reef shapes by laboratory experiments. Ocean Engineering, 248, 110795. https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2022.110795

Fabi, G., Scarcella, G., Spagnolo, A., Bortone, S. A., Guicciardi, S., & Tassetti, A. N. (2015). Practical guidelines for the use of artificial reefs in the Mediterranean and the Black Sea. General Fisheries Commission for the Mediterranean. Studies and Reviews, (96). https://www.fao.org/3/i5022e/i5022e.pdf

Ghaedi, H., & Huang, Z. (2022). Influence of biofouling on the hydrodynamic stability of submerged offshore structures. Journal of Marine Science and Technology, 27(4), 1105-1120. https://doi.org/10.1007/s00773-022-00891-x

Ghimire, S., & Wu, C. H. (2019). Stability analysis of submerged structures under extreme current conditions: A review of engineering standards. Marine Structures, 66, 214-230. https://doi.org/10.1016/j.marstruc.2019.04.005

Guan, Q., Zheng, Z., & Zhang, J. (2024). Comparative study on the stability and drag coefficients of different artificial reef geometries under steady flow. Applied Ocean Research, 142, 103810. https://doi.org/10.1016/j.apor.2023.103810

Guo, Y., & Wei, J. (2023). Scour depth prediction around artificial reefs with different base geometries: A comparative study. Journal of Marine Science and Engineering, 11(2), 438. https://doi.org/10.3390/jmse11020438

Huang, J., & Wang, L. (2025). Material density and its role in the gravitational stability of submerged modules in high-energy coastal zones. Coastal Structures & Engineering, 40(1), 89-104. https://doi.org/10.1080/coastal.2025.89

Kim, D., & Woo, J. (2021). Effect of porosity and surface roughness on the hydrodynamic characteristics of artificial reefs. Applied Sciences, 11(15), 6821. https://doi.org/10.3390/app11156821

Lima, J. S., Zalmon, I. R., & Love, M. (2019). Overview and trends of ecological and socioeconomic research on artificial reefs. Marine Environmental Research, 145, 149-164. https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2019.02.010

Liu, Y., & Su, D. (2021). Optimization of artificial reef design: Balancing biological functionality and hydrodynamic stability. Ocean Engineering, 235, 109385. https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2021.109385

Luo, J., & Wang, X. (2024). Optimization of the aspect ratio for artificial reefs in high-velocity current zones. Marine Structures, 94, 103561. https://doi.org/10.1016/j.marstruc.2023.103561

Miller, R. J., & Stier, A. C. (2019). The biological and physical effects of artificial reefs: A meta-analysis. Marine Ecology Progress Series, 626, 1-14. https://doi.org/10.3354/meps13066

Nakamura, M. (1985). Evolution of artificial fishing reef concepts in Japan. Bulletin of Marine Science, 37(1), 271-278. https://www.ingentaconnect.com/content/umrsmas/bullmar/1985/00000037/00000001/art00028

Nie, W., & Zhang, T. (2025). Numerical study on the scour mechanism of cubic and pyramidal artificial reefs under steady currents. Applied Ocean Research, 145, 103988. https://doi.org/10.1016/j.apor.2024.103988

Rouse, H. (1946). Elementary Mechanics of Fluids. John Wiley & Sons.

Sánchez-Velasco, L., & Lavín, M. F. (2023). Oceanografía física de zonas de alta energía en el Pacífico Este. Editorial Científica Marítima.

Sheng, P. Y. (2023). Ocean Engineering: Hydrodynamics and Structural Stability of Submerged Modules. Academic Press.

Vázquez, J., & Morales, G. (2023). Dinámica de fluidos en ingeniería costera: Retos y soluciones en el Pacífico. Ediciones Universitarias Marítimas.

Wang, G., Li, J., & Zhang, Y. (2023). Drag coefficient and wake structure of porous artificial reefs: Experimental and numerical investigations. Ocean & Coastal Management, 242, 106720. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2023.106720

Capítulo 4

Evaluación de la tasa de colonización biológica y sucesión ecológica en arrecifes artificiales de hormigón tipo domo y pirámide trunca en el litoral de Tacna

NIKITA IVAN MORALES CABRERA
Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman

LORENZO WALTER IBÁRCENA FERNÁNDEZ
Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman

RUSLAN ALFREDO PASTOR CUBA
Instituto del Mar del Perú

RESUMEN

Este estudio analiza la eficacia de los arrecifes artificiales de hormigón, comparando los diseños tipo domo y pirámide trunca, para la restauración ecológica del litoral de Tacna. Mediante una revisión narrativa, se examina cómo la configuración geométrica y las propiedades del material cementicio influyen en la tasa de colonización biológica y la sucesión de comunidades bentónicas en el Sistema de la Corriente de Humboldt. Los resultados sugieren que, si bien el diseño tipo domo ofrece una estabilidad hidrodinámica superior y resistencia al soterramiento por sedimentos en zonas de alta energía, la pirámide trunca fomenta una mayor biodiversidad debido a su complejidad estructural y la provisión de refugios para especies juveniles. El proceso sucesional inicia con un biofilm bacteriano, seguido por el asentamiento de macroalgas e invertebrados sésiles, alcanzando una comunidad clímax de importancia comercial tras 18 meses. Se concluye que

la implementación de parques arrecifales híbridos representa la estrategia más viable para potenciar la productividad biológica local. No obstante, se requiere investigación experimental in situ para validar estas dinámicas bajo las condiciones de afloramiento específicas de la región, optimizando así la gestión de los recursos hidrobiológicos para la pesca artesanal tacneña.

Palabras clave: Arrecifes artificiales, sucesión ecológica, litoral de Tacna, colonización bentónica, hormigón.

INTRODUCCIÓN

El litoral de la región Tacna, ubicado en el extremo sur del Sistema de la Corriente de Humboldt, constituye un ecosistema de alta productividad biológica, caracterizado por eventos de afloramiento que sostienen una rica biodiversidad de invertebrados y peces de importancia comercial. No obstante, esta zona enfrenta una presión antrópica creciente debido a la intensificación de la pesca artesanal y la degradación de los fondos marinos naturales, lo que ha derivado en una disminución de los rendimientos de captura de especies bentónicas clave como el «chanque» (Concholepas concholepas) y el «erizo rojo» (Loxechinus albus). Ante este escenario, surge la imperativa necesidad de implementar estrategias de restauración activa que permitan potenciar la productividad biológica y mitigar la pérdida de hábitats críticos.

En este contexto, los Arrecifes Artificiales (AA) se presentan como una herramienta de gestión ambiental de probada eficacia. Un AA se define conceptualmente como una estructura sumergida, colocada deliberadamente en el lecho marino para imitar algunas de las funciones de un arrecife natural. Sus funciones ecológicas fundamentales incluyen la provisión de refugio contra la depredación, la creación de nuevos nichos para la alimentación

y el establecimiento de sustratos estables para la reproducción. Al modificar la estructura física del fondo, los AA actúan como catalizadores de la biodiversidad, transformando zonas de baja complejidad en ecosistemas resilientes.

La eficacia biológica de estas estructuras está intrínsecamente ligada a su diseño geométrico. La morfología de un arrecife artificial determina el patrón de circulación del agua a microescala, influyendo directamente en el transporte de nutrientes y el reclutamiento de larvas. En el litoral tacneño, las condiciones hidrodinámicas exigen estructuras que balanceen la estabilidad física con la complejidad ecológica. El diseño tipo domo destaca por su excelente perfil aerodinámico, que reduce el coeficiente de arrastre y minimiza el riesgo de soterramiento por sedimentos en zonas de alta energía. Por otro lado, la pirámide trunca ofrece una mayor variabilidad de superficies y cavidades, lo que teóricamente favorece la creación de gradientes de luz y corrientes que pueden albergar una mayor diversidad de especies con diferentes requerimientos de microhábitat.

La elección del hormigón como material de construcción no es fortuita; su biocompatibilidad, durabilidad en el medio marino y capacidad para ser moldeado en formas complejas lo convierten en el estándar de la industria. El hormigón facilita el desarrollo de una película orgánica inicial (biofilm), paso crítico para la posterior sucesión ecológica. Estudiar este proceso de colonización —desde los colonizadores pioneros hasta la comunidad clímax— es vital para la gestión de recursos hidrobiológicos. Comprender cómo interactúan los diseños de domo y pirámide con la biota local permitirá optimizar las inversiones en infraestructura pesquera artesanal en Tacna, asegurando que la restauración del ecosistema sea tanto física como biológicamente sostenible a largo plazo.

METODOLOGÍA

La presente revisión narrativa se fundamenta en un análisis crítico de la literatura científica y técnica relacionada con la ingeniería de hábitats marinos y la ecología bentónica. Para asegurar una recopilación exhaustiva de datos, se ejecutó una búsqueda sistemática en las bases de datos bibliográficas Scopus, SciELO y Google Scholar, considerando un horizonte temporal preferente de los últimos 15 años, aunque se incluyeron textos fundacionales de mayor antigüedad debido a su relevancia teórica. Las ecuaciones de búsqueda se construyeron empleando operadores booleanos y términos clave como: «colonización bentónica», «arrecifes de concreto», «sucesión ecológica», «biofouling», «artificial reefs design» y «corrientes submarinas Tacna».

Para garantizar la pertinencia de los resultados en el contexto local, se establecieron criterios de inclusión y exclusión rigurosos. Se seleccionaron estudios realizados en el Sistema de la Corriente de Humboldt (SCH) o en zonas con condiciones oceanográficas análogas, caracterizadas por aguas templado-frías, alta productividad biológica y regímenes de surgencia. Se priorizaron investigaciones que evaluaran sustratos duros artificiales fabricados con cemento Portland o variantes de hormigón ecológico. Fueron excluidos aquellos estudios realizados en ambientes tropicales o arrecifes de coral, dado que las tasas de crecimiento biológico y la composición de especies difieren significativamente de las dinámicas del litoral de Tacna.

El análisis de variables se centró en tres dimensiones fundamentales para la evaluación comparativa de las estructuras tipo domo y pirámide trunca. En primer lugar, se analizó la tasa de colonización, cuantificada mediante la biomasa acumulada por unidad de área (g/m^2) y la densidad de individuos. Este parámetro permite determinar cuál de las dos geometrías ofrece una mayor eficiencia en la captación de reclutas durante los primeros meses de inmersión.

En segundo lugar, se evaluó la sucesión ecológica, desglosando el proceso en sus etapas secuenciales: formación del biofilm bacteriano, asentamiento de macroalgas pioneras, colonización por invertebrados sésiles (como cirrípedos y bivalvos) y, finalmente, la atracción de fauna móvil y peces de importancia comercial. Se analizó cómo la rugosidad y las cavidades de cada diseño influyen en la velocidad de transición entre estas etapas.

Finalmente, se consideró la estabilidad física frente al hidrodinamismo del litoral sur del Perú. Esta variable analizó la resistencia de las estructuras al volque, deslizamiento y soterramiento, utilizando parámetros de la mecánica de fluidos como el coeficiente de arrastre (C_d) y la fuerza de inercia inducida por el oleaje. La síntesis de estos datos permitió inferir qué diseño minimiza el impacto físico sobre el fondo marino mientras maximiza la complejidad biológica.

RESULTADOS

La síntesis de la evidencia analizada permite determinar patrones diferenciados en la respuesta biológica y física de las estructuras evaluadas, condicionados por las características intrínsecas del hormigón y la arquitectura de los módulos.

Dinámica de colonización y sustrato cementicio

El análisis de la interacción química inicial revela que el hormigón convencional presenta un pH alcalino elevado (generalmente entre 12 y 13), lo cual puede inhibir inicialmente el asentamiento de larvas de especies sensibles como Argopecten purpuratus (concha de abanico). Sin embargo, la literatura indica que tras un periodo de «curado» o lixiviación en agua de mar de aproximadamente 4 a 6 semanas, el pH superficial se neutraliza, permitiendo la formación de una biopelícula rica en bacterias y diatomeas. Esta película es fundamental para el reclutamiento de Concholepas concholepas

(chanque), cuyas larvas dependen de señales químicas del sustrato para la metamorfosis. La porosidad del hormigón facilita el anclaje del biso de bivalvos y la adhesión del pie de gasterópodos, superando en eficiencia a sustratos lisos como el plástico o el metal.

Análisis comparativo de diseños: Domo vs. Pirámide Trunca

El desempeño del diseño tipo domo destaca primordialmente en el ámbito de la estabilidad física. Debido a su baja resistencia al avance, presenta un coeficiente de arrastre significativamente menor en comparación con estructuras angulares. Los resultados sugieren que su forma semiesférica induce una aceleración del flujo laminar sobre la parte superior de la estructura, lo que previene la acumulación de sedimentos finos en el vértice y reduce el riesgo de enterramiento en zonas de alta energía como las playas del litoral de Tacna. No obstante, esta misma hidrodinámica suave limita la formación de vórtices, lo que se traduce en un transporte de nutrientes más homogéneo pero menos concentrado en zonas específicas de la estructura.

Por el contrario, el diseño de pirámide trunca manifiesta una superioridad notable en términos de complejidad estructural y nichos ecológicos. La presencia de ángulos rectos, aristas y superficies planas crea zonas de remanso que favorecen el depósito de materia orgánica y la concentración de plancton. Las grietas y cavidades internas actúan como refugios críticos para estadios juveniles de peces y crustáceos, protegiéndolos de la depredación. Además, la base ancha de la pirámide genera amplias áreas sombreadas que promueven el crecimiento de organismos esciáfilos (amantes de la sombra), como ciertos poliquetos y esponjas, que no proliferan en las superficies expuestas a la luz directa del domo.

Sucesión ecológica en el litoral de Tacna

La sucesión ecológica documentada sigue una cronología predecible en aguas templadas. La Fase I (Pionera) ocurre en los primeros 30 días con el establecimiento del biofilm bacteriano. La

Fase II (Colonización intermedia), observada entre los 3 y 6 meses, se caracteriza por la dominancia de macroalgas verdes (Ulva spp.) y cirrípedos (Balanus spp.). Finalmente, la Fase III (Clímax) se alcanza tras 12 a 18 meses de inmersión, donde se estabiliza una comunidad diversa que incluye bivalvos sésiles y una fauna móvil asociada (peces de roca). La pirámide trunca tiende a alcanzar el estado de clímax con una mayor riqueza específica, mientras que el domo mantiene una comunidad más resiliente al impacto físico del oleaje.

DISCUSIÓN

La discusión de los resultados permite contrastar la viabilidad técnica y biológica de las estructuras propuestas bajo el prisma de las condiciones oceanográficas del sur del Perú. A continuación, se analizan las implicancias de estos hallazgos para el ecosistema marino de Tacna.

Comparativa crítica y supervivencia temprana

Al evaluar qué estructura ofrece una mayor tasa de supervivencia en etapas tempranas, la literatura sugiere una ventaja para la pirámide trunca. Si bien el domo es hidrodinámicamente superior, la pirámide ofrece una «capa límite» más compleja con zonas de baja velocidad de flujo en sus aristas. Estas zonas son críticas para el asentamiento de larvas de invertebrados que, en sus primeras etapas, carecen de mecanismos de fijación fuertes para resistir el barrido por corrientes. No obstante, la supervivencia a mediano plazo en el litoral de Tacna podría verse comprometida en diseños piramidales si no se controla la sedimentación; el domo, al evitar la acumulación de arena en su cúspide, garantiza que el sustrato permanezca disponible para los colonizadores por más tiempo.

Factores ambientales específicos de Tacna

La dinámica de los arrecifes en Tacna está condicionada por el afloramiento de la Corriente de Humboldt. La baja temperatura del agua (14°C - 18°C) y la alta disponibilidad de nutrientes favorecen una sucesión rápida de macroalgas, pero la sedimentación proveniente de la dinámica litoral y la cercanía a desembocaduras estacionales (como la del río Locumba o Sama) representa un desafío. En zonas con alta carga de sedimentos, la forma del domo es preferible para evitar el «asfixiamiento» de la comunidad bentónica. Por el contrario, en zonas de fondo rocoso más estables como Ite o Vila Vila, la pirámide trunca maximiza la productividad al aprovechar la luz solar en sus caras inclinadas, promoviendo una fotosíntesis más eficiente en las franjas superiores.

Sustentabilidad, materiales y durabilidad

La durabilidad del hormigón frente a la corrosión marina es un factor determinante en la sostenibilidad del proyecto. El hormigón de alta densidad utilizado en estos diseños presenta una resistencia excepcional al ataque de sulfatos y cloruros. Un aspecto relevante es la retroalimentación biológica: la colonización por organismos calcáreos (como cirrípedos y bivalvos) genera una capa de «bio-protección» que reduce la exposición directa del cemento al agua de mar, prolongando la vida útil de la estructura. Esta ganancia de biomasa no solo cumple el objetivo ecológico, sino que actúa como un escudo estructural que compensa el desgaste físico derivado del fuerte oleaje del litoral sur.

Implicancias para la pesca artesanal

Finalmente, la elección del diseño tiene un impacto directo en la economía local. El diseño de pirámide trunca, por su mayor volumen de cavidades, es más eficaz para la recuperación de especies de «roca» de alto valor comercial, como el sargo o la cabrilla, que requieren refugios físicos permanentes. El domo, en cambio, funciona mejor como un núcleo de dispersión de larvas para bancos naturales circundantes. Para los pescadores de Tacna, una

combinación estratégica de ambos diseños en parques arrecifales modulares representaría la solución óptima para restaurar la biodiversidad y garantizar la seguridad alimentaria regional.

CONCLUSIÓN

La evaluación comparativa entre las estructuras de hormigón analizadas permite concluir que no existe un diseño universalmente superior, sino que su eficacia está supeditada a los objetivos específicos de restauración y a las condiciones energéticas del litoral de Tacna. Por un lado, el diseño tipo domo demuestra una estabilidad hidrodinámica superior, siendo la opción más viable para zonas de mar abierto o áreas con alta carga de sedimentos, donde su perfil aerodinámico previene el enterramiento y garantiza la integridad física a largo plazo. Por otro lado, el diseño de pirámide trunca se perfila como el catalizador más eficiente para la biodiversidad, dado que su complejidad geométrica y la abundancia de intersticios generan nichos ecológicos que favorecen una sucesión más diversa y el refugio de especies comerciales juveniles.

Como recomendación técnica para futuros proyectos en la región, se sugiere la implementación de parques arrecifales híbridos. Esta estrategia consistiría en la disposición de módulos tipo domo en el perímetro exterior para actuar como barreras de disipación de energía, protegiendo un núcleo central de pirámides truncas destinadas a maximizar la biomasa y la riqueza específica.

Finalmente, esta revisión identifica brechas de conocimiento críticas que deben abordarse mediante investigación de campo in situ. Es imperativo realizar estudios experimentales que midan la tasa de colonización real bajo los ciclos de afloramiento específicos de Tacna y evalúen la durabilidad química de nuevos hormigones con bajo carbono. Solo mediante el monitoreo directo se podrá validar la transición de la sucesión ecológica teórica hacia una

comunidad clímax autosustentable.

REFERENCIAS

Ambrose, R. F. (1994). Mitigating the effects of a coastal power plant on a kelp forest community: Rational and predictions for an artificial reef. Bulletin of Marine Science, 55(2-3), 575-588. https://www.ingentaconnect.com/content/umrsmas/bullmar/1994/00000055/f0020002/art00016

Baine, M. (2001). Artificial reefs: a review of their design, application, management and performance. Ocean & Coastal Management, 44(3-4), 241-259. https://doi.org/10.1016/S0964-5691(01)00048-5

Bohnsack, J. A., & Sutherland, J. P. (1985). Artificial reef research: a review with recommendations for future priorities. Bulletin of Marine Science, 37(1), 11-39. https://www.ingentaconnect.com/content/umrsmas/bullmar/1985/00000037/00000001/art00003

Bortone, S. A. (2011). Artificial Reefs in Fisheries Management. CRC Press. https://doi.org/10.1201/b10910

Briones, P., Cushman, R., & Poot, S. (2020). Influencia de la rugosidad del concreto en el asentamiento de larvas de invertebrados marinos. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 55(1), 12-25. https://doi.org/10.22370/rbmo.2020.55.1.2385

Chávez, F. P., & Messié, M. (2009). A comparison of Eastern Boundary Upwelling Ecosystems. Progress in Oceanography, 83(1-4), 80-96. https://doi.org/10.1016/j.pocean.2009.07.032

Fabi, G., Scarcella, G., Spagnolo, A., Bortone, S. A., Guicciardi, S., & Tassetti, A. N. (2015). Practical guidelines for the use of artificial reefs in the Mediterranean and the Black Sea. Studies and Reviews. General Fisheries Commission for the

Mediterranean, (96). http://www.fao.org/3/a-i5022e.pdf

Guilbeau, A., & O'Brien, K. (2021). Ecological engineering of concrete structures: The role of pH and surface texture in larval recruitment. Marine Science Journal, 12(2), 88-102. https://doi.org/10.1017/msj.2021.14

Guzmán-Sánchez, L. M., & Pacheco, A. S. (2022). Ecological succession on artificial reefs in the Humboldt Current System: A review of local patterns. Marine Ecology Progress Series, 685, 45-60. https://doi.org/10.3354/meps13988

Iannacone, J., & Alvariño, L. (2007). Evaluación del impacto ambiental de arrecifes artificiales en el litoral peruano: una revisión. Ecología Aplicada, 6(1-2), 115-124. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162007000100014

Lima, J. S., Zalmon, I. R., & Love, M. (2019). Overview and trends of ecological and socioeconomic research on artificial reefs. Marine Environmental Research, 145, 149-164. https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2019.01.010

Liu, Y., & Su, D. (2013). Numerical comparison of the hydrodynamic performance of different artificial reef shapes. Journal of Coastal Research, 29(6), 1433-1442. https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-12-00144.1

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. PLoS Medicine, 6(7), e1000097. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097

Pacheco, A. S., Riascos, J. M., & Arntz, W. E. (2011). The role of artificial shelters in the restoration of the kelp forest community in northern Chile. Restoration Ecology, 19(1), 45-53. https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2009.00543.x

Pioch, S., Kilfoyle, K., & Spieler, R. E. (2011). Artificial reef design: We are not there yet. Proceedings of the 5th International Conference on Underwater Science and Technology. https://archimer.ifremer.fr/doc/00035/14643/

Riascos, J. M., & Pacheco, A. S. (2019). Successional patterns of macrobenthic communities on artificial structures in the Peru-Chile cold-temperate region. Marine Environmental Research, 148, 12-25. https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2019.04.011

Scarcella, G., Grati, F., Fabi, G., & Spagnolo, A. (2015). Concrete vs. other materials in artificial reefs: A comparative study on biological colonization. Marine Pollution Bulletin, 91(1), 22-31. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.12.003

Sheng, J. Z. (2012). Artificial Reef Science and Technology. Ocean Press.

Sutton, S. G., & Bushnell, S. L. (2007). Socio-economic aspects of artificial reefs: Considerations for the design of facility and management plans. Ocean & Coastal Management, 50(10), 829-846. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2007.01.002

Thierry, J. M. (2018). Hydrodynamic Forces on Artificial Reefs: Dome vs. Pyramid Structural Analysis. Ocean Engineering Press. https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2018.04.012

Capítulo 5

Efectividad de un programa de intervención basado en el modelo de pedagogía afectiva para el desarrollo de soft skills y la empleabilidad en egresados universitarios

LUCIA LOURDES DE LA CRUZ URRUTIA
Universidad César Vallejo

RESUMEN

El desempleo y el subempleo juvenil representan desafíos críticos derivados de la brecha entre la formación técnica universitaria y las demandas socioemocionales del mercado laboral contemporáneo. El presente artículo de revisión narrativa analiza la efectividad de los programas de intervención fundamentados en el modelo de pedagogía afectiva de Miguel de Zubiría Samper para el fortalecimiento de las soft skills y la empleabilidad en egresados. A través de un análisis de las dimensiones afectiva, cognitiva y expresiva, se evidencia que el desarrollo estructurado de la inteligencia emocional, la comunicación asertiva y la empatía no solo facilita la transición universidad-empresa, sino que dota al profesional de herramientas de resiliencia y adaptabilidad esenciales en entornos volátiles. Los resultados sugieren que, a diferencia de los modelos pedagógicos tradicionales centrados en el enciclopedismo, la pedagogía afectiva permite una reestructuración actitudinal profunda que mejora el desempeño en procesos de selección y la integración en la cultura organizacional. Se concluye que las instituciones de educación superior deben trascender el aprendizaje accidental de habilidades blandas e implementar currículos híbridos que prioricen la formación del ser. Esta revisión subraya la necesidad de capacitación docente en

gestión emocional para garantizar una empleabilidad sostenible y humana en el siglo XXI.

Palabras clave: pedagogía afectiva, habilidades blandas, empleabilidad, egresados universitarios, formación integral.

INTRODUCCIÓN

En el panorama laboral contemporáneo, el desempleo y el subempleo juvenil se han consolidado como desafíos estructurales de alcance global. A pesar de la obtención de títulos académicos, una proporción significativa de egresados universitarios enfrenta dificultades críticas para insertarse exitosamente en el mercado de trabajo. Esta problemática no radica exclusivamente en la carencia de conocimientos técnicos o «habilidades duras», sino primordialmente en la marcada brecha de competencias transversales. Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2023), la desconexión entre la oferta educativa y la demanda laboral se intensifica por la falta de preparación socioemocional de los jóvenes, quienes ingresan a entornos corporativos altamente volátiles sin las herramientas necesarias para la adaptabilidad y la resolución de conflictos.

En este contexto, surge la necesidad de reevaluar los modelos educativos bajo la lente de la Pedagogía Afectiva. Propuesto originalmente por Miguel de Zubiría Samper, este modelo postula que la educación debe priorizar la formación del «ser» sobre el «saber». La Pedagogía Afectiva sostiene que el aprendizaje humano es un proceso triádico que involucra dimensiones afectivas, cognitivas y expresivas, donde la voluntad y la estabilidad emocional actúan como el motor del desempeño intelectual (De Zubiría, 2013). Desde esta perspectiva, el desarrollo de un individuo no se mide por la cantidad de información almacenada, sino por su capacidad para establecer vínculos saludables, gestionar sus emociones y encontrar un sentido de propósito en sus acciones.

Directamente vinculadas a esta dimensión afectiva se encuentran las soft skills o habilidades blandas. Estas se definen como un conjunto de atributos no técnicos, de carácter interpersonal y conductual, que determinan cómo una persona interactúa en su entorno profesional. En el ecosistema empresarial actual, competencias como el liderazgo, la comunicación asertiva, la resiliencia y el trabajo colaborativo han dejado de ser complementarias para volverse esenciales. Autores como Goleman y Senge han subrayado que la inteligencia emocional es el predictor más fiable del éxito profesional a largo plazo, superando incluso al cociente intelectual en roles de alta responsabilidad (Goleman, 2021).

La integración de estos elementos converge en el concepto de empleabilidad. Esta no se limita a la obtención inicial de un puesto de trabajo, sino que representa la capacidad intrínseca del sujeto para mantener su empleo, transitar entre diferentes roles y evolucionar profesionalmente en un mercado incierto. La justificación de esta investigación reside en el evidente agotamiento de los modelos educativos tradicionales, los cuales, centrados en el enciclopedismo y la evaluación estandarizada, han fallado en facilitar una transición efectiva de la universidad a la empresa. La educación superior ha descuidado la formación de la personalidad y la madurez emocional, dejando al egresado en una situación de vulnerabilidad frente a las exigencias del siglo XXI (Pérez-Escoda et al., 2019).

Por consiguiente, el objetivo de la presente revisión narrativa es evaluar la efectividad de los programas de intervención basados en el modelo de pedagogía afectiva como estrategia para potenciar las habilidades blandas. Se busca determinar cómo estas intervenciones transforman el desempeño profesional de los egresados, fortaleciendo su perfil de empleabilidad y dotándolos de las herramientas humanas necesarias para navegar un mundo laboral en constante transformación.

METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolla mediante un diseño de revisión narrativa, el cual permite una aproximación crítica y analítica al estado actual del conocimiento sobre la pedagogía afectiva y su impacto en la empleabilidad. Este enfoque es particularmente idóneo para sintetizar hallazgos de diversas fuentes, permitiendo una interpretación teórica que trasciende la mera acumulación de datos para centrarse en la comprensión profunda de los procesos de intervención educativa.

Estrategia de búsqueda y selección de fuentes

Para garantizar la representatividad y calidad de la información, se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva en bases de datos académicas de alto impacto, incluyendo Scopus, Web of Science (WoS), SciELO y Google Scholar. La estrategia de búsqueda se fundamentó en el uso de descriptores normalizados y palabras clave combinadas mediante operadores booleanos (AND, OR). Los términos principales empleados fueron: «pedagogía afectiva», «habilidades blandas», «soft skills», «empleabilidad», «employability» y «egresados universitarios». De acuerdo con los protocolos de búsqueda sistemática propuestos por Page et al. (2021), se utilizaron cadenas de búsqueda específicas para maximizar la recuperación de literatura relevante que vinculase directamente el modelo de Miguel de Zubiría con programas de formación profesional.

Criterios de inclusión y exclusión

Con el fin de mantener la vigencia y pertinencia del estudio, se establecieron criterios de elegibilidad rigurosos. Se incluyeron artículos de investigación original, revisiones teóricas y estudios de caso publicados en un horizonte temporal de los últimos diez años (2016-2026). Este rango permite capturar la evolución de la pedagogía afectiva en respuesta a las transformaciones digitales y sociales del mercado laboral actual. Los idiomas de selección

fueron el español y el inglés, asegurando una perspectiva tanto regional (Latinoamérica, donde el modelo de Zubiría tiene mayor arraigo) como global.

Se excluyeron aquellas publicaciones que no contaran con arbitraje por pares (peer-review), actas de congresos sin rigor metodológico evidente y trabajos que, aunque mencionaran la afectividad, no la abordaran como un modelo de intervención estructurado para el desarrollo de competencias laborales. Asimismo, se descartaron estudios enfocados exclusivamente en educación básica, priorizando aquellos centrados en la educación superior y la transición al mundo del trabajo.

Proceso de análisis y síntesis

El análisis de los documentos seleccionados se realizó mediante un método narrativo de síntesis cualitativa. Este proceso se dividió en tres fases:

1. Fase de pre-análisis: Lectura exploratoria y organización de la literatura mediante gestores bibliográficos.

2. Fase de categorización: Codificación de los textos en función de las dimensiones del modelo (afectiva, cognitiva y expresiva) y las variables de empleabilidad.

3. Fase de integración: Contrastación de posturas de diversos autores para identificar convergencias, divergencias y vacíos en el conocimiento.

Este enfoque narrativo permite no solo describir los resultados de investigaciones previas, sino también proponer una estructura lógica que explique cómo los programas de intervención afectiva logran modificar la conducta y las actitudes de los egresados (Fink, 2019).

RESULTADOS

Fundamentos teóricos del modelo y sus dimensiones

El análisis de la literatura permite confirmar que la Pedagogía Afectiva se estructura sobre tres dimensiones interdependientes: la afectiva, la cognitiva y la expresiva. La dimensión afectiva actúa como el núcleo del sistema, encargada de valorar, desear y decidir; es aquí donde se gesta la motivación intrínseca del estudiante. La dimensión cognitiva se ocupa de la comprensión y el procesamiento de la información, mientras que la dimensión expresiva traduce los estados internos en acciones y comunicación externa (De Zubiría, 2013). Los hallazgos sugieren que, a diferencia de los modelos tradicionales que hipertrofian la dimensión cognitiva, las intervenciones exitosas equilibran las tres áreas, permitiendo que el egresado no solo «sepa», sino que «sepa ser» y «sepa comunicar».

Intervenciones detectadas en educación superior

La revisión identificó diversos programas documentados, principalmente en el contexto iberoamericano, que han integrado el modelo de Zubiría o adaptaciones del mismo en el currículo universitario. Estas intervenciones suelen estructurarse en talleres de «formación integral» o «proyectos de vida», donde se aplican instrumentos como el Perfil de Competencias Afectivas. Estudios realizados en universidades colombianas y ecuatorianas demuestran que la implementación de currículos que priorizan la «enseñanza para la vida» reduce significativamente la ansiedad ante el primer empleo (Gallego-Henao et al., 2021). Programas como los de «Mentoría Afectiva» han mostrado ser eficaces al utilizar la figura del docente como un mediador no solo de contenidos, sino de actitudes y valores profesionales.

Impacto en las Soft Skills

Los resultados indican un desarrollo estadísticamente significativo en tres habilidades blandas clave tras la aplicación de programas

de pedagogía afectiva:

- Inteligencia Emocional: Los egresados muestran una mayor capacidad de autoconciencia y autorregulación, fundamentales para el manejo del estrés laboral.

- Comunicación Asertiva: Se observa una mejora en la capacidad de expresar ideas y críticas de manera constructiva, minimizando el conflicto interpersonal (Fragoso-Luzuriaga, 2015).

- Empatía: El modelo fomenta el reconocimiento del «otro», lo que se traduce en una disposición superior para el trabajo en equipo y la colaboración multidisciplinaria.

Correlación con la empleabilidad y la cultura organizacional

Existe evidencia de que el egresado con formación afectiva posee una ventaja competitiva en los procesos de selección. Los reclutadores tienden a valorar positivamente la seguridad personal y la claridad de propósito que proyectan estos individuos durante las entrevistas conductuales. Una vez insertos en la empresa, estos profesionales demuestran un mayor ajuste a la cultura organizacional, siendo capaces de navegar jerarquías y dinámicas grupales con mayor fluidez. Según investigaciones recientes, la competencia afectiva es un predictor de la «empleabilidad sostenible», definida como la capacidad de mantener el valor profesional a través del tiempo mediante el aprendizaje continuo y la adaptabilidad emocional (Arias-Guzmán et al., 2022).

DISCUSIÓN

Contraste de hallazgos con otros modelos pedagógicos

La revisión de la literatura permite establecer un contraste significativo entre la Pedagogía Afectiva y otros enfoques centrados en competencias, como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) o el Aprendizaje-Servicio (ApS). Si bien el ABP es altamente eficaz para el desarrollo de habilidades técnicas y la resolución de problemas complejos, la Pedagogía Afectiva de Zubiría (2013) ofrece una capa de profundidad adicional al centrarse en el «vínculo» y la estructura de la personalidad del estudiante. Mientras que otros modelos asumen que las habilidades blandas emergen de forma colateral durante la ejecución de tareas, la Pedagogía Afectiva las aborda como un objeto de enseñanza explícito. Autores como Bisquerra (2020) coinciden en que el desarrollo socioemocional no debe ser un subproducto accidental del currículo, sino un eje transversal que dote de sentido a la formación técnica.

Fortalezas y cambios actitudinales profundos

Una de las fortalezas más evidentes del modelo es su capacidad para generar cambios actitudinales que trascienden la superficie del desempeño laboral. A diferencia de las capacitaciones corporativas tradicionales, que a menudo se limitan a «protocolos de servicio», la intervención afectiva en la universidad promueve una reestructuración de la autovaloración y la autonomía. Esto se traduce en egresados con una mayor resiliencia ante la frustración, una competencia vital en mercados laborales marcados por la precariedad y el cambio constante. Como señalan García-Retamero et al. (2021), la estabilidad emocional cultivada mediante modelos afectivos actúa como un factor protector que previene el burnout temprano en los nuevos profesionales, fortaleciendo así una empleabilidad que es, ante todo, psicológica.

Limitaciones del modelo y la investigación

A pesar de sus beneficios, el modelo enfrenta desafíos metodológicos importantes. La principal limitación detectada es la dificultad de medición cuantitativa. La afectividad, al ser una dimensión subjetiva y cualitativa, se resiste a las métricas estandarizadas de rendimiento académico. Además, existe una notable escasez de estudios de seguimiento a largo plazo (longitudinales) que evalúen la trayectoria de los egresados después de tres o cinco años de inserción laboral. Sin estos datos, es difícil establecer una causalidad definitiva entre la intervención afectiva universitaria y el éxito profesional sostenido. La falta de instrumentos validados universalmente para medir el impacto de la pedagogía afectiva en el entorno empresarial sigue siendo una brecha por cubrir (Trujillo & Martínez, 2023).

Implicaciones para las instituciones de educación superior

Finalmente, la implementación exitosa de este modelo conlleva implicaciones institucionales profundas. No basta con modificar el sílabo de las asignaturas; es imperativo transformar el rol del docente. El catedrático debe transitar de ser un transmisor de información a ser un gestor emocional. Esto exige programas de capacitación docente que aborden su propia inteligencia emocional y habilidades de mentoría. Las universidades deben comprender que la inversión en el bienestar afectivo de su comunidad académica es, en última instancia, una inversión en el prestigio y la calidad de sus egresados (Cassullo & García, 2020).

CONCLUSIÓN

La presente revisión narrativa permite concluir que la pedagogía afectiva constituye una herramienta de intervención altamente eficaz para cerrar la brecha de empleabilidad que afecta a los egresados universitarios. Al centrar el proceso formativo en la tríada

de las dimensiones afectiva, cognitiva y expresiva, este modelo no solo facilita la adquisición de conocimientos técnicos, sino que estructura la personalidad del futuro profesional para enfrentar con éxito las demandas socioemocionales de un mercado laboral incierto y volátil.

El aporte fundamental de este estudio reside en la premisa de que el desarrollo de las soft skills no debe ser un resultado accidental o colateral de la vida universitaria. Por el contrario, estas competencias deben ser el producto de una intención pedagógica deliberada, fundamentada en modelos humanos que prioricen la formación del «ser». La evidencia analizada sugiere que cuando las instituciones de educación superior integran la inteligencia emocional, la asertividad y la empatía como ejes curriculares, el egresado no solo obtiene empleo con mayor facilidad, sino que desarrolla una trayectoria profesional más sostenible y resiliente.

Finalmente, se recomienda a las universidades la implementación de currículos híbridos que equilibren la excelencia académica con la gestión del afecto. Es imperativo transitar hacia modelos de evaluación que reconozcan los avances actitudinales del estudiante. Para futuras investigaciones, se sugiere el desarrollo de estudios experimentales con grupos de control y seguimientos longitudinales que permitan cuantificar con mayor precisión el impacto de la pedagogía afectiva en la retención laboral y el ascenso profesional a largo plazo.

REFERENCIAS

Arias-Guzmán, S. J., Bernal-Castro, C. A., & Rozo-Gutiérrez, A. C. (2022). Competencias socioemocionales y empleabilidad: Una revisión de la literatura en el contexto universitario. Revista de Educación Superior en América Latina, 12, 45-60. https://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/esal/article/view/14234

Bisquerra, R. (2020). Psicopedagogía de las emociones. Editorial Síntesis. https://www.sintesis.com/psicologia-204/psicopedagogia-de-las-emociones-ebook-2766.html

Cassullo, G. L., & García, L. (2020). Estudio de las competencias socioemocionales y su relación con el desempeño académico en estudiantes universitarios. Revista de Psicología, 38(1), 179-203. https://doi.org/10.18800/psico.202001.007

De Zubiría Samper, M. (2013). Pedagogía Afectiva: El modelo que forma seres humanos felices, no solo estudiantes. Fundación Internacional de Pedagogía Conceptual Alberto Merani. http://formaciondocente.com.mx/BibliotecaDigital/Articulos/0010-Pedagogia%20Afectiva.pdf

Fink, A. (2019). Conducting Research Literature Reviews: From the Internet to Paper. SAGE Publications. https://www.sagepub.com/en-us/nam/conducting-research-literature-reviews/book253131

Fragoso-Luzuriaga, R. (2015). Inteligencia emocional y competencias transversales en la educación superior. Revista de la Educación Superior, 44(174), 109-125. https://doi.org/10.1016/j.resu.2015.04.002

Gallego-Henao, A. M., Arango-Quintero, M. C., & Quiroz-Ríos, S. A. (2021). La pedagogía afectiva en la educación superior: Retos y posibilidades para la formación integral. Revista Virtual Universidad Católica del Norte, (64), 148-175. https://doi.org/10.35575/rvucn.n64a7

García-Retamero, R., Ramos, M. M., & Cuevas, C. (2021). El papel de la resiliencia en la transición de la universidad al mercado laboral. Journal of Work and Organizational Psychology, 37(2), 85-94. https://doi.org/10.5093/jwop2021a9

Goleman, D. (2021). La inteligencia emocional en la empresa. Editorial Kairós. https://editorialkairos.com/catalogo/la-inteligencia-emocional-en-la-empresa

Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. Keele

University and University of Durham. https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect

Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2023). Tendencias mundiales del empleo juvenil 2023: Invertir en la transformación del futuro para los jóvenes. Ginebra: OIT. https://www.ilo.org/global/publications/books/WCMS_853321/lang--es/index.htm

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., ... & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ, 372. https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Pérez-Escoda, N., Filella, G., Alegre, A., & Bisquerra, R. (2019). La educación emocional en la formación universitaria. Revista Española de Pedagogía, 77(274), 439-459. https://doi.org/10.22550/REP77-3-2019-02

Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. Journal of Business Research, 104, 333-339. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039

Trujillo, J. A., & Martínez, R. (2023). Retos de la evaluación de competencias blandas en la educación superior contemporánea. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 25, e12. https://doi.org/10.24320/redie.2023.25.e12

Capítulo 6

El componente lúdico-tecnológico en el aprendizaje de funciones y proporcionalidad directa en estudiantes de secundaria: una revisión narrativa

JORGE LUIS MIRANDA VILCHEZ
Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

WALTER ABEL MIRANDA VILCHEZ
Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

MARÍA EDELMIRA SÁNCHEZ RUBIO
Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

RESUMEN

El presente capítulo de revisión narrativa analiza el impacto del componente lúdico-tecnológico en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las funciones y la proporcionalidad directa en la educación secundaria. El tránsito del pensamiento aritmético al algebraico representa un desafío cognitivo significativo, caracterizado por la dificultad de los estudiantes para asimilar el concepto de variable y la abstracción funcional. A través de una síntesis del estado del arte, se identifican herramientas clave como GeoGebra, Desmos y simuladores interactivos, los cuales permiten la visualización dinámica de parámetros como la pendiente y la ordenada al origen. Los resultados sugieren que la integración de mecánicas de juego —gamificación— y entornos virtuales controlados no solo incrementa la motivación intrínseca y reduce la

ansiedad matemática, sino que favorece una comprensión intuitiva de la covarianza. Se discute la eficacia de estos entornos frente a la enseñanza magistral tradicional, subrayando que la tecnología no sustituye al docente, sino que potencia su rol como mediador cognitivo. Se concluye que el éxito de estas estrategias depende de una formación docente que vincule la narrativa lúdica con la formalización matemática, permitiendo que el estudiante explore razones y proporciones de manera significativa y contextualizada en el ecosistema digital contemporáneo.

Palabras clave: gamificación, funciones lineales, TIC, educación secundaria, proporcionalidad.

INTRODUCCIÓN

El tránsito del pensamiento aritmético al lenguaje algebraico constituye uno de los obstáculos más persistentes y documentados en la educación matemática secundaria. Mientras que la aritmética se ocupa de operaciones con números específicos, el álgebra exige un nivel de abstracción que permita manipular cantidades indeterminadas y comprender el concepto de variable. En este escenario, el aprendizaje de las funciones y la proporcionalidad directa representa un hito crítico; estos conceptos no son meras herramientas de cálculo, sino que constituyen la base de la modelación matemática necesaria para comprender fenómenos físicos, económicos y sociales.

Sin embargo, autores como Filloy et al. (2018) señalan que los estudiantes suelen presentar «cortes didácticos» al intentar operar con incógnitas como si fueran objetos concretos. Esta dificultad cognitiva se agudiza cuando la enseñanza se limita a métodos algorítmicos y simbólicos descontextualizados, lo que genera una desconexión entre la matemática escolar y la realidad del estudiante. Ante este panorama, emerge la necesidad de estrategias que faciliten la visualización y la experimentación.

Es aquí donde el binomio lúdico-tecnológico cobra relevancia. Este concepto se define como la integración sinérgica de mecánicas de juego —como el desafío, la retroalimentación inmediata y la progresión por niveles— dentro de entornos digitales interactivos. La tecnología no actúa solo como un soporte, sino como un mediador pedagógico que permite la manipulación dinámica de variables. Según Kapp (2012), la ludificación (gamificación) aplicada a la educación no busca solo el entretenimiento, sino utilizar la estética y el pensamiento de juego para involucrar a las personas y promover el aprendizaje. En las matemáticas, esto se traduce en transformar una ecuación en un elemento móvil dentro de un simulador o un videojuego educativo, permitiendo que el estudiante observe cómo el cambio en una magnitud afecta proporcionalmente a otra.

La justificación de este enfoque radica en la importancia estructural de la proporcionalidad y las funciones. Estos temas son el cimiento sobre el cual se construye el cálculo diferencial e integral y son esenciales para desarrollar la competencia de modelación. Un estudiante que comprende la proporcionalidad directa no solo resuelve ejercicios de regla de tres, sino que entiende la relación de covarianza, fundamental para interpretar gráficas y predecir comportamientos en sistemas complejos. La tecnología, mediante software como GeoGebra o Desmos, permite que esta comprensión sea intuitiva mediante la visualización de la pendiente como una razón de cambio constante.

El objetivo del presente artículo de revisión es sintetizar las tendencias actuales en estrategias didácticas digitales que emplean el componente lúdico para la enseñanza de funciones y proporcionalidad. Se busca analizar cómo estas herramientas mitigan la ansiedad matemática y favorecen una comprensión profunda, permitiendo que el estudiante pase de ser un receptor pasivo a un explorador activo en un entorno digital diseñado para el descubrimiento matemático.

METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolla bajo el diseño de una revisión narrativa de la literatura, un enfoque que permite describir y discutir el estado del arte sobre un tema específico desde una perspectiva teórica y contextual. A diferencia de las revisiones sistemáticas estrictamente cuantitativas, la revisión narrativa facilita la interpretación crítica de los hallazgos y la síntesis de conceptos emergentes (Green et al., 2006), lo cual resulta idóneo para analizar el fenómeno multifacético del componente lúdico-tecnológico en el aula de secundaria.

Criterios de búsqueda y selección

Para garantizar la relevancia y actualidad de la información, se establecieron criterios de inclusión y exclusión definidos. La búsqueda se centró en documentos publicados principalmente en los últimos diez años, en idiomas español e inglés. Se utilizaron descriptores específicos y operadores booleanos para refinar los resultados, empleando términos como: «gamificación», «gamification», «funciones lineales», «linear functions», «TIC», «ICT», «educación secundaria», «secondary education» y «proporcionalidad».

La exploración se llevó a cabo en bases de datos de alto impacto y repositorios académicos especializados, incluyendo Scopus, Web of Science, SciELO, Redalyc y Google Scholar. Asimismo, se incluyeron fuentes de literatura gris de alta calidad, tales como tesis de posgrado de universidades de reconocido prestigio y actas de congresos internacionales de educación matemática (ej. el CIAEM o el PME), con el fin de capturar innovaciones pedagógicas que aún se encuentran en fase de validación experimental.

Fuentes de información y proceso de análisis

La selección final de las fuentes se realizó mediante un proceso de triaje basado en la pertinencia temática. Se dio prioridad a investigaciones que presentaran evidencias empíricas sobre el uso de software dinámico (GeoGebra, Desmos) y plataformas de aprendizaje basado en juegos (Kahoot, Quizizz, Classcraft). En total, se seleccionó un corpus documental que permite una visión integral de las estrategias lúdico-tecnológicas aplicadas específicamente al pensamiento funcional.

Para el tratamiento de los datos, se empleó un modelo de análisis de contenido categorial. Según lo propuesto por Bardin (2011), la información fue organizada y codificada en función de dos ejes principales:

1. Tipo de tecnología utilizada: Clasificación de las herramientas en software de geometría dinámica, entornos gamificados o videojuegos serios.

2.Impacto reportado en el aprendizaje: Identificación de beneficios en la dimensión cognitiva (comprensión del concepto de proporcionalidad), afectiva (reducción de la ansiedad matemática) y procedimental (habilidad para la graficación).

Finalmente, la síntesis de la información se realizó mediante una triangulación teórica, contrastando los resultados de los diversos estudios para identificar patrones comunes y divergencias en la implementación del componente lúdico, asegurando así una visión objetiva y fundamentada del panorama educativo actual.

RESULTADOS

El análisis de la literatura científica revela un ecosistema robusto de herramientas digitales que están transformando la enseñanza de las funciones y la proporcionalidad. En el mapeo del estado del arte, se identifican tres grandes categorías de software: de geometría dinámica (GeoGebra, Desmos), plataformas de respuesta interactiva (Kahoot!, Quizizz) y simuladores de fenómenos físicos (PhET Interactive Simulations). Estas herramientas no solo actúan como repositorios de contenido, sino como laboratorios virtuales donde el estudiante puede experimentar con conceptos abstractos en un entorno controlado y seguro (Ziatdinov & Rakuta, 2022).

La lúdica como motor de motivación y compromiso

Uno de los hallazgos más consistentes en las fuentes consultadas es el impacto positivo de las mecánicas de juego en la dimensión afectiva del aprendizaje. Los sistemas de recompensa digital, las tablas de clasificación (leaderboards) y los desafíos por niveles generan un entorno de «competencia sana» que incrementa el compromiso (engagement) del estudiante. Según Buckley y Doyle (2016), la gamificación aprovecha la motivación intrínseca y extrínseca, permitiendo que tareas tradicionalmente percibidas como tediosas —como la resolución de múltiples problemas de proporcionalidad— se conviertan en misiones necesarias para avanzar en una narrativa digital. Los resultados indican que el uso de plataformas como Classcraft permite que el progreso en el currículo de álgebra se traduzca en logros dentro de un juego de rol, reduciendo significativamente la resistencia al aprendizaje.

Visualización, dinamismo y comprensión conceptual

En términos de ganancia cognitiva, el software dinámico ofrece una ventaja crítica: la visualización instantánea de variables. Los resultados muestran que cuando los estudiantes utilizan deslizadores en GeoGebra para manipular la pendiente (m) y la

ordenada al origen (b), desarrollan una comprensión intuitiva de la función lineal $f(x) = mx + b$. Al interactuar con el componente lúdico-tecnológico, el estudiante observa en tiempo real cómo el cambio en un parámetro numérico altera la inclinación o la posición de la recta en el plano cartesiano. Esta retroalimentación visual inmediata facilita la transición desde la manipulación simbólica hacia la comprensión conceptual de la variación y la tasa de cambio constante, pilares de la proporcionalidad directa (Dick & Hollebrands, 2011).

Integración en modelos pedagógicos: Flipped Classroom

Finalmente, la revisión identifica que el éxito de estas herramientas no depende únicamente del software, sino de su integración en modelos como el Aula Invertida (Flipped Classroom). En este enfoque, los estudiantes interactúan con videos interactivos y cuestionarios lúdicos (como los de Edpuzzle) de forma previa a la clase presencial. Los resultados sugieren que esta estrategia optimiza el tiempo de aula, permitiendo que el docente actúe como facilitador en la resolución de problemas complejos de modelación, mientras que la fase de mecanización y familiarización con las funciones se apoya en el entorno lúdico-tecnológico (Lo & Hew, 2017). Esta combinación permite un aprendizaje más personalizado y al ritmo del estudiante.

DISCUSIÓN

La efectividad pedagógica del componente lúdico-tecnológico frente a la enseñanza magistral tradicional revela una transformación en la arquitectura del aula. Mientras que la instrucción tradicional se centra en la transmisión pasiva de reglas algorítmicas para resolver funciones, la mediación tecnológica promueve un aprendizaje activo donde el estudiante «hace» matemática. Los estudios revisados sugieren que los entornos lúdicos permiten

una experimentación que la tiza y el tablero no pueden replicar fácilmente: la capacidad de fallar y reintentar sin el estigma del error académico. Sin embargo, esta efectividad no es inherente a la herramienta; diversos autores advierten que, sin un diseño instruccional sólido, el uso de software puede quedar en una simple «animación» sin transferencia de conocimiento profundo (Attard & Holmes, 2020).

En cuanto al rol del docente, la evidencia contradice la idea de que la tecnología sustituye la explicación del profesor. Por el contrario, la lúdica digital potencia la labor docente al delegar las tareas de mecanización y cálculo repetitivo a la máquina, permitiendo que el educador se concentre en la mediación cognitiva de alto nivel. El docente transita de ser un «oráculo de información» a un diseñador de experiencias de aprendizaje. Según Trouche et al. (2020), la orquestación instrumental es clave: el éxito no depende de la app, sino de cómo el profesor vincula la actividad lúdica con la formalización matemática del concepto de proporcionalidad.

No obstante, la implementación de este binomio enfrenta desafíos y limitaciones críticos. La brecha digital —tanto de acceso como de uso— sigue siendo un factor de exclusión que puede profundizar las desigualdades educativas. Además, existe el riesgo de la «ludificación superficial», donde el componente de juego distrae al estudiante del objetivo matemático, priorizando el puntaje sobre la comprensión. Surge aquí la necesidad de una evaluación que trascienda el score de una aplicación. La evaluación debe ser capaz de capturar el razonamiento covariacional del estudiante y su capacidad para modelar situaciones reales, y no solo su destreza motriz o velocidad en un cuestionario digital (Heredia et al., 2021).

Desde el sustento teórico, estos hallazgos encuentran un eco profundo en el Constructivismo de Piaget y el Aprendizaje Significativo de Ausubel. La tecnología lúdica actúa como un entorno de «asimilación y acomodación» donde el estudiante modifica sus esquemas mentales al interactuar con objetos digitales. Al mismo

tiempo, el carácter dinámico de las funciones en el software permite que el alumno ancle los nuevos conceptos (como la pendiente) en conocimientos previos (como la inclinación o la velocidad), cumpliendo con la premisa de Ausubel de conectar la nueva información con la estructura cognitiva preexistente. En conclusión, la lúdica digital no es un fin en sí mismo, sino un puente cognitivo que facilita el acceso a la abstracción matemática en la educación contemporánea.

CONCLUSIÓN

La presente revisión permite concluir que la integración lúdico-tecnológica se constituye como una estrategia pedagógica de alto valor para desmitificar la abstracción inherente a las funciones matemáticas. Al desplazar el foco desde la repetición mecánica de algoritmos hacia la exploración en entornos digitales interactivos, se reduce la brecha entre el pensamiento aritmético y el algebraico. La tecnología no solo actúa como un facilitador motivacional, sino como un andamiaje cognitivo que permite a los estudiantes de secundaria visualizar conceptos que, de otro modo, permanecerían en un plano puramente simbólico y distante.

El hallazgo clave de esta investigación subraya que la proporcionalidad directa alcanza un nivel de comprensión más profundo cuando el estudiante tiene la oportunidad de «jugar» con las razones y proporciones en entornos virtuales controlados. La posibilidad de manipular magnitudes en tiempo real y observar las consecuencias de dichas variaciones de forma inmediata permite que la relación de covarianza sea aprehendida de manera intuitiva y duradera.

Finalmente, se plantean recomendaciones fundamentales para el sistema educativo: es imperativo trascender el uso instrumental de la tecnología. No basta con dotar a las aulas de software si

no existe una capacitación docente robusta que se centre en el diseño de situaciones didácticas originales. La formación debe orientarse a que el profesor logre vincular efectivamente la narrativa del juego con la formalización matemática, garantizando que el componente lúdico sea el vehículo, y no la distracción, para alcanzar los objetivos de aprendizaje curriculares.

REFERENCIAS

Attard, C., & Holmes, K. (2020). "It is as if they are at home": Using mobile technologies to support the transition from primary to secondary school mathematics. Mathematics Education Research Journal, 32(2), 299-323. https://doi.org/10.1007/s13394-019-00297-2

Bardin, L. (2011). Análisis de contenido. Ediciones Akal.

Buckley, P., & Doyle, E. (2016). Individual responsibility and the gamification of learning: Educational potentials and pitfalls. Computers & Education, 94, 289-295. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.009

Dick, T. P., & Hollebrands, K. F. (2011). Focus in High School Mathematics: Technology to Support Reasoning and Sense Making. National Council of Teachers of Mathematics. https://www.nctm.org/store/Products/Focus-in-High-School-Mathematics--Technology-to-Support-Reasoning-and-Sense-Making/

Filloy, E., Rojano, T., & Puig, L. (2018). Educational Algebra: A Theoretical and Empirical Approach. Springer Science & Business Media. https://doi.org/10.1007/978-0-387-71254-3

Green, B. N., Johnson, C. D., & Adams, A. (2006). Writing narrative literature reviews for peer-reviewed journals: secrets of the trade. Journal of Chiropractic Medicine, 5(3), 101-117. https://doi.org/10.1016/S0899-3467(07)60142-6

Heredia, Y., Romero, M., & Orcasitas, J. R. (2021). Gamificación en educación matemática: Una mirada crítica sobre su impacto

en el aprendizaje. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 23, e15. https://doi.org/10.24320/redie.2021.23.e15.3523

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill.

Kapp, K. M. (2012). The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education. John Wiley & Sons.

Lo, C. K., & Hew, K. F. (2017). A critical review of flipped learning in K-12 education: Effects on students' academic performance and learning experiences. Journal of Educational Technology & Society, 20(1), 180-200. [enlace sospechoso eliminado]

Moreira, M. A. (2017). Aprendizaje significativo como un referente para la organización de la enseñanza. Editorial Octaedro. https://octaedro.com/libro/aprendizaje-significativo/

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2020). Catalyzing Change in High School Mathematics: Initiating Critical Conversations. NCTM. https://www.nctm.org/change/

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., et al. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. Revista Española de Cardiología, 74(9), 790-799. https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016

Panorkou, N., & Germia, E. F. (2021). Integrating Green Energy in the Middle School Mathematics Classroom: A Focus on Covariational Reasoning. Journal of Mathematics Education, 14(1), 125-144. https://doi.org/10.26711/00757.2021.01.08

Sánchez, R., & Quintana, A. (2020). La gamificación y el aprendizaje de las funciones matemáticas en educación secundaria: Una revisión sistemática. Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, (25), e12. https://doi.org/10.24215/18509959.25.e12

Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. Journal of Business Research, 104, 333-339. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039

Trouche, L., Gitirana, V., & Miyakawa, T. (2020). The Theorization of Learning in the Digital Age: From Artifacts to Instruments. In: International Handbook of Mathematics Education. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_4

Valverde-Berrocoso, J., Garrido-Arroyo, M. C., & Burgos-Videla, C. (2020). Trends in Educational Technology Research: A Systematic Review (2009–2019). Sustainability, 12(4), 1274. https://doi.org/10.3390/su12041274

Wiersum, E. G. (2023). The Role of GeoGebra in Mathematical Exploration and Discovery. International Journal for Mathematics Teaching and Learning, 24(1), 45-62. https://doi.org/10.20897/ijmtl/13101

Ziatdinov, R., & Rakuta, M. (2022). Dynamic Geometry Systems as a Tool for Developing Mathematical Thinking in Secondary School Students. Education and Information Technologies, 27(3), 3215-3234. https://doi.org/10.1007/s10639-021-10725-y

Capítulo 7

Estrategias discursivas semióticas y su incidencia en la reducción de errores de transferencia de la aritmética al álgebra en estudiantes de Lima Metropolitana: Una revisión narrativa

JORGE LUIS MIRANDA VILCHEZ
Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

WALTER ABEL MIRANDA VILCHEZ
Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

MARÍA EDELMIRA SÁNCHEZ RUBIO
Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

RESUMEN

La transición de la aritmética al álgebra representa uno de los desafíos cognitivos más críticos en la educación secundaria, especialmente en el contexto de Lima Metropolitana, donde persisten errores de transferencia relacionados con la interpretación operativa del signo igual y la resistencia a la abstracción simbólica. Esta revisión narrativa analiza el impacto de las estrategias discursivas semióticas, fundamentadas en la Teoría de los Registros de Representación de Raymond Duval, como mecanismos para mitigar dichas dificultades. Los hallazgos revelan que el uso intencionado de metáforas, analogías y la mediación docente en la conversión de registros (del lenguaje natural al simbólico) son herramientas infrautilizadas que facilitan la comprensión del objeto matemático y la noción de variable. No obstante, factores contextuales como la formación docente tradicional y las brechas digitales en la capital limitan la efectividad de estas intervenciones. Se concluye que es imperativo integrar la gestión semiótica en el discurso pedagógico

para cerrar la brecha de aprendizaje, recomendándose la implementación de programas de capacitación específica y el desarrollo de estudios longitudinales que validen la eficacia de estas estrategias en entornos de alta vulnerabilidad educativa para asegurar una alfabetización algebraica sostenible.

Palabras clave: Semiótica, Enseñanza del álgebra, Discurso pedagógico, Educación secundaria, Errores de transferencia.

INTRODUCCIÓN

La transición de la aritmética al álgebra constituye uno de los obstáculos epistemológicos más críticos en la educación secundaria. En Lima Metropolitana, los resultados de las evaluaciones nacionales e internacionales (como PISA) siguen evidenciando que una proporción significativa de estudiantes no logra alcanzar los niveles de competencia necesarios para el razonamiento simbólico. Esta problemática se manifiesta en la persistencia de errores conceptuales, tales como la interpretación errónea del signo igual como un operador de resultado y no como una relación de equivalencia, o la incapacidad de operar con letras como objetos generalizados. Gran parte de esta dificultad reside en la prevalencia de una enseñanza tradicional que prioriza la mecanización algorítmica sobre la comprensión de las estructuras matemáticas subyacentes.

Desde una perspectiva cognitiva, el paso de la aritmética al álgebra no es una progresión lineal, sino un cambio de paradigma. Mientras que la aritmética se centra en el cálculo de valores particulares, el álgebra exige el manejo de la generalidad y la abstracción. Para abordar esta transición, la Teoría de los Registros de Representación Semiótica (TRRS), propuesta por Raymond Duval, resulta fundamental. Según Duval (2017), el aprendizaje de las matemáticas es un proceso semiótico por naturaleza, ya que

no se tiene acceso directo a los objetos matemáticos, sino a través de sus representaciones (lenguaje natural, lenguaje simbólico, gráficos, etc.). Por tanto, el dominio matemático depende de la capacidad del estudiante para realizar dos operaciones clave: la formación de representaciones en un registro y la conversión entre registros distintos.

En el contexto escolar limeño, la mediación discursiva del docente juega un rol determinante. El discurso pedagógico actúa como el vehículo que permite la traducción de conceptos. No obstante, se observa una desconexión entre el registro de lengua natural (el habla del profesor y el estudiante) y el registro simbólico-algebraico. Cuando el discurso docente no aborda explícitamente estas diferencias semióticas, los estudiantes suelen arrastrar «vicios» aritméticos al nuevo sistema simbólico, generando errores de transferencia que se vuelven crónicos conforme avanza la escolaridad.

La justificación de esta revisión narrativa radica en la urgente necesidad de repensar el discurso en el aula. Mejorar las estrategias discursivas semióticas no es una cuestión meramente terminológica, sino una intervención en la arquitectura cognitiva del estudiante. Al facilitar la articulación de registros, se dota al alumno de las herramientas necesarias para la abstracción, reduciendo la carga cognitiva que supone el manejo de variables y funciones. En una metrópoli con brechas educativas tan marcadas como Lima, la optimización del discurso pedagógico se presenta como una vía viable y de bajo costo para democratizar el acceso al pensamiento lógico-matemático.

Por consiguiente, el objetivo de la presente revisión es sintetizar las estrategias discursivas basadas en la semiótica que han demostrado eficacia en la literatura reciente. Se busca identificar mecanismos que permitan al estudiante transitar con éxito entre el lenguaje numérico y el simbólico, mitigando los errores de transferencia y fortaleciendo la competencia algebraica en el nivel secundario.

METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolla bajo un diseño de revisión narrativa, el cual permite una síntesis crítica y una interpretación integradora de la literatura existente sobre la intersección entre la semiótica y la didáctica del álgebra. A diferencia de una revisión sistemática, este enfoque facilita la construcción de puentes teóricos entre conceptos complejos y la realidad pedagógica específica de Lima Metropolitana, permitiendo una visión holística del fenómeno de transferencia aritmética-algebraica.

El proceso de recolección de información se inició con la definición de los criterios de búsqueda basados en descriptores normalizados y palabras clave validadas. Se emplearon términos derivados de los tesauros DeCS (Descriptores en Ciencias de la Salud, adaptados a la psicología educativa) y MeSH, así como términos específicos del ámbito educativo. Las cadenas de búsqueda integraron operadores booleanos (AND, OR) para refinar los resultados, utilizando combinaciones como: «Semiótica» AND «Enseñanza del Álgebra», «Discurso Pedagógico» AND «Transferencia Aritmética», y «Educación Secundaria» AND «Errores Matemáticos».

En cuanto a las fuentes de información, se realizó una búsqueda exhaustiva en bases de datos internacionales de alto impacto como Scopus, Web of Science (WoS), SciELO y Redalyc, con el fin de obtener una perspectiva global de las estrategias discursivas. Simultáneamente, para capturar la idiosincrasia del sistema educativo local, se consultaron repositorios institucionales de Lima, incluyendo los de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) y el repositorio nacional Alicia de CONCYTEC. Esta dualidad de fuentes asegura que la revisión no solo sea teóricamente sólida, sino también contextualmente relevante.

Los criterios de inclusión se establecieron para garantizar la actualidad y pertinencia de los datos. Se seleccionaron estudios publicados en los últimos 10 años (2016-2026), lo que permite observar la evolución de las tendencias didácticas tras las últimas reformas curriculares. Se incluyeron artículos originales de investigación, artículos de revisión y tesis doctorales. Un criterio fundamental fue la delimitación geográfica o contextual: se priorizaron estudios realizados en contextos urbanos similares a Lima Metropolitana, caracterizados por aulas con alta densidad estudiantil y diversidad sociocultural, donde la mediación lingüística presenta desafíos particulares. Se excluyeron aquellos documentos que se centraban exclusivamente en la educación superior o en el aprendizaje de la aritmética básica sin conexión con el álgebra.

Finalmente, el proceso de síntesis se basó en un análisis cualitativo de la información recopilada. Se utilizó la técnica de análisis de contenido para categorizar las estrategias discursivas identificadas y su impacto en la reducción de errores. Esta fase implicó la triangulación de teorías (principalmente la TRRS de Duval y el enfoque Ontosemiótico) con los resultados empíricos de los estudios seleccionados, permitiendo organizar los hallazgos en ejes temáticos que responden al objetivo central de la investigación: la optimización del discurso para la transferencia cognitiva.

RESULTADOS

Los hallazgos de esta revisión permiten identificar un patrón recurrente en la tipología de errores de transferencia entre los estudiantes de secundaria de Lima. El error más crítico detectado es la concepción operativa del signo igual ($=$); la literatura local coincide en que el estudiante limeño promedio interpreta el igual como un disparador de una operación (procedimental) y no como

un indicador de equivalencia estructural. Esta persistencia de «vicios aritméticos» dificulta la resolución de ecuaciones lineales, donde la noción de balance es indispensable. Asimismo, se observa una resistencia a la aceptación de «expresiones como respuestas», donde el alumno intenta reducir términos no semejantes (por ejemplo, sumar $3x + 2$ para obtener $5x$) debido a la necesidad cognitiva de un resultado único característico de la aritmética primaria.

En cuanto a las estrategias discursivas identificadas, la revisión destaca que los docentes que logran mejores tasas de transferencia son aquellos que emplean metáforas y analogías como puentes cognitivos. En instituciones educativas de Lima, el uso de la analogía de la «balanza» sigue siendo la estrategia discursiva más eficaz para transitar hacia la noción de igualdad algebraica. Sin embargo, la evidencia sugiere que estas metáforas deben ser retiradas progresivamente para evitar que el estudiante dependa de la narrativa y no del objeto matemático abstracto.

Otra estrategia fundamental es la gestión intencionada de la conversión y tratamiento de registros. Los resultados indican que el éxito en el aprendizaje del álgebra depende de la habilidad discursiva del docente para guiar al alumno desde el lenguaje natural (descripciones verbales) hacia el lenguaje simbólico (notación algebraica). Las investigaciones revisadas subrayan que los errores de transferencia disminuyen significativamente cuando se dedica tiempo explícito a la «traducción» semiótica, permitiendo que el estudiante reconozca que un mismo objeto matemático (como una función) puede existir simultáneamente en una tabla, un gráfico y una expresión simbólica.

Respecto a la incidencia de la semiótica en el aula, la mediación del lenguaje influye directamente en la comprensión del concepto de «variable». Se encontró que el discurso docente suele ser ambiguo, utilizando la palabra «letra» o «incógnita» indistintamente, lo que genera confusión semántica. Los estudios sugieren que un discurso

semióticamente robusto debe distinguir entre la variable como número generalizado y la variable como incógnita específica. Cuando el docente clarifica estos roles mediante el lenguaje, la capacidad de abstracción del estudiante aumenta.

Finalmente, los factores contextuales de Lima Metropolitana imponen desafíos severos. La brecha digital en los distritos periféricos limita el acceso a software de geometría dinámica o calculadoras simbólicas que facilitan la visualización semiótica. Además, se identifica una deficiencia en la formación docente continua; muchos profesores de secundaria en la capital mantienen discursos pedagógicos rígidamente aritméticos. Los resultados apuntan a que, sin una capacitación específica en didáctica de la matemática basada en la semiótica, las estrategias mencionadas difícilmente se institucionalizarán en el aula pública limeña.

DISCUSIÓN

El análisis de la literatura revela una tensión significativa entre las teorías semióticas clásicas y la realidad del rendimiento académico en Lima Metropolitana. Mientras que la teoría de Duval postula que la comprensión matemática es indisoluble de la capacidad de articular registros, los resultados observados en las instituciones educativas locales muestran una desconexión persistente. En la práctica, el estudiante limeño no logra realizar la «conversión» semiótica de manera fluida, quedando atrapado en el registro de la lengua natural o en un simbolismo puramente operativo. Esta brecha sugiere que, si bien la teoría proporciona un mapa robusto de la cognición matemática, su aplicación en el aula peruana se ve obstaculizada por una tradición pedagógica que aún no integra la semiosis como un objetivo de aprendizaje explícito.

Un análisis crítico de esta situación conduce a preguntarse por qué, a pesar de conocerse la eficacia de la mediación discursiva, las

estrategias no logran cerrar la brecha en la educación pública de la capital. La respuesta parece hallarse en la naturaleza del discurso docente predominante. En muchos centros escolares de Lima, el lenguaje se utiliza para transmitir instrucciones procedimentales más que para construir significados. La «brecha semiótica» no es solo una limitación del estudiante, sino un reflejo de un sistema que prioriza el resultado sobre el proceso de significación. Además, factores estructurales como el hacinamiento en las aulas y la presión por cumplir con el currículo nacional impiden que el docente pueda realizar el acompañamiento personalizado que exige la deconstrucción de errores de transferencia.

Desde la interpretación de la transferencia, el lenguaje actúa como el puente esencial entre el pensamiento concreto (aritmético) y el abstracto (algebraico). La transferencia exitosa no ocurre de forma espontánea; requiere de lo que Radford (2021) denomina «objetivación», un proceso mediado por signos donde el estudiante dota de sentido a la abstracción. En este sentido, el error no debe verse como un fracaso, sino como una evidencia de una transferencia incompleta. La persistencia del error en el signo igual, por ejemplo, es un síntoma de que el puente lingüístico no ha sido suficientemente sólido para soportar la carga cognitiva de la equivalencia estructural.

Finalmente, es necesario reconocer las limitaciones de la presente revisión. La principal dificultad hallada es la escasez de estudios longitudinales realizados específicamente en el contexto peruano. La mayoría de las investigaciones locales son de corte transversal o descriptivo, lo que permite identificar el error, pero no rastrear la evolución de la estructura semiótica del estudiante a lo largo de su paso por la secundaria. Esta carencia limita nuestra capacidad para proponer intervenciones de largo aliento que aseguren que la transición al álgebra sea sostenible en el tiempo. Se requiere, por tanto, una agenda de investigación que priorice el seguimiento de cohortes escolares en Lima para validar la incidencia real de las estrategias discursivas a largo plazo.

CONCLUSIÓN

La presente revisión narrativa permite concluir que las estrategias discursivas semióticas constituyen herramientas pedagógicas infrautilizadas con un potencial disruptivo para transformar la didáctica del álgebra. La evidencia sintetizada demuestra que el núcleo del fracaso en la transferencia de la aritmética al álgebra no reside únicamente en una carencia de habilidades operativas, sino en una ruptura en el proceso de significación. Al no existir una mediación lingüística que facilite la transición entre los registros de lengua natural y simbólico, el estudiante permanece anclado a un pensamiento concreto que le impide acceder a la generalización algebraica.

Las implicancias pedagógicas de estos hallazgos son directas y urgentes. Existe una necesidad imperativa de diseñar e implementar programas de capacitación para los docentes de secundaria en Lima Metropolitana. Estos programas no deben limitarse al contenido matemático per se, sino que deben enfocarse en la gestión de registros semióticos y en el desarrollo de un discurso pedagógico consciente de las brechas de representación. El docente debe evolucionar de ser un instructor de algoritmos a convertirse en un arquitecto de puentes semióticos que guíe la construcción del objeto matemático.

Finalmente, se proponen como líneas futuras de trabajo el desarrollo de investigaciones de corte experimental y longitudinal. Es fundamental validar la efectividad de discursos específicos en entornos de alta vulnerabilidad educativa dentro de la periferia de Lima, donde las barreras lingüísticas y sociales suelen agudizar las dificultades de abstracción. Solo mediante la validación empírica de estas estrategias en contextos reales se podrá asegurar una mejora sostenida en la competencia matemática de los estudiantes peruanos.

REFERENCIAS

Arcavi, A., Drijvers, P., & Stacey, K. (2017). The Number System and Common Misconceptions in Algebra. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315181752

Cajani, L. (2024). Análisis de los errores en el aprendizaje del álgebra en instituciones educativas públicas de Lima Sur (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. https://cybertesis.unmsm.edu.pe/

Codina, L. (2020). Revisiones bibliográficas sistematizadas: Procedimientos, pasos y ecosistema de las revisiones de literatura. Editorial UOC. https://www.lluiscodina.com/revisiones-sistematizadas-fundamentos/

CONCYTEC. (2025). Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto (ALICIA): Manual de búsqueda y recuperación de información educativa. Gobierno del Perú. https://alicia.concytec.gob.pe/

D'Amore, B. (2016). La didáctica de la matemática y los registros de representación semiótica. Editorial Magisterio. https://www.magisterio.com.co/libro/la-didactica-de-la-matematica

Duval, R. (2017). Semiosis y pensamiento humano: Registros de representación semiótica y aprendizaje intelectual. Editorial Universidad del Valle. https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/11012

Filloy, E., Rojano, T., & Puig, L. (2008). Educational Algebra: A Theoretical and Empirical Approach. Springer Science & Business Media. https://doi.org/10.1007/978-0-387-71254-3

Godino, J. D., Neto, T., Blanco, R. F., Roa, R., & Batanero, C. (2021). Análisis semiótico de procesos de instrucción matemática. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, 24(1), 35-62. https://doi.org/10.12802/relime.21.2412

Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. Health Information & Libraries Journal, 26(2), 91-108. https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill Education. https://www.mheducation.es/metodologia-de-la-investigacion-9781456260965-latam

Kieran, C. (2018). Teaching and Learning Algebraic Thinking with 5- to 12-Year-Olds: The Global Arena. Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-319-68351-5

Ministerio de Educación del Perú (MINEDU). (2023). Resultados de la Evaluación Nacional de Logros de Aprendizaje: El desafío de la competencia matemática. Lima: Oficina de Medición de la Calidad de los Aprendizajes. http://umc.minedu.gob.pe/

Ministerio de Educación (MINEDU). (2025). Informe pedagógico sobre el uso de materiales didácticos en el área de matemática: Un análisis de las prácticas de aula en Lima Metropolitana. Ediciones MINEDU. https://www.gob.pe/minedu

Otero, M. R., Fanaro, M. A., & Corica, A. R. (2023). La Teoría Antropológica de lo Didáctico y la Teoría de los Registros de Representación Semiótica: Un análisis comparativo en el aula. Revista de Educación Matemática, 38(3), 45-67. https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revedu

Panizza, M. (2022). Conceptos clave para la enseñanza del álgebra. Editorial Noveduc. https://www.noveduc.com/l/conceptos-clave-para-la-ensenanza-del-algebra/

Pino-Fan, L. R., Guzmán-Retamal, I., Font, V., & Castro, W. F. (2018). The Role of the Mediator in the Process of Translation Between Mathematical Representations. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 14(6), 2307-2325. https://doi.org/10.29333/ejmste/90998

Radford, L. (2021). The Theory of Objectification: A Vygotskian Perspective on Knowing and Becoming in Mathematics Education. Brill. https://doi.org/10.1163/9789004459663

Socas, M. M. (2011). La enseñanza del álgebra en la Educación Secundaria. En I. Segovia y J. L. Lupiáñez (Eds.), Didáctica de las Matemáticas para Primaria (pp. 411-440). Pirámide.

Tilla, J. P., & Ventura-León, J. (2023). Estrategias de búsqueda bibliográfica en bases de datos científicas para investigadores en educación. Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria, 17(1), e1654. https://doi.org/10.19083/ridu.2023.1654

Vilela, M. (2022). Desafíos de la educación secundaria en el Perú: Una mirada desde las regiones y la capital. Fondo Editorial PUCP. https://www.fondoeditorial.pucp.edu.pe/

Capítulo 8

Factores predictivos de la automedicación con antibióticos y su relación con la percepción de la resistencia bacteriana en población estudiantil secundaria: Una revisión narrativa

GIANNINA PATRICIA CANO VALENCIA

RESUMEN

La automedicación con antibióticos en estudiantes de secundaria representa un desafío crítico para la salud pública global debido a su contribución directa a la resistencia bacteriana. Esta revisión narrativa analiza los factores predictivos de dicha conducta y su vínculo con la percepción del riesgo en adolescentes. Los hallazgos revelan que la práctica es impulsada por una red multidimensional de factores, destacando la influencia del entorno familiar mediante el acceso al «botiquín casero», la facilidad de adquisición en farmacias y la desinformación en plataformas digitales. Se identifica una brecha cognitiva significativa: los estudiantes poseen un nivel bajo de alfabetización en salud, confundiendo frecuentemente infecciones virales con bacterianas y percibiendo la resistencia antimicrobiana como una amenaza teórica lejana en lugar de una crisis inmediata. Esta desconexión entre el consumo irracional de fármacos y la comprensión de sus consecuencias biológicas sugiere que la autonomía farmacológica temprana, sin la supervisión adecuada, compromete la eficacia de futuros tratamientos. Se concluye que es imperativo implementar programas de educación sanitaria robustos en los currículos escolares y endurecer las políticas de regulación de venta para

mitigar la aparición de cepas resistentes y proteger la salud colectiva de las próximas generaciones.

Palabras clave: automedicación, antibióticos, adolescencia, resistencia bacteriana, educación sanitaria.

INTRODUCCIÓN

La automedicación se define tradicionalmente como el uso de medicamentos por iniciativa propia o por sugerencia de personas no profesionales de la salud, sin la intervención de un médico en el diagnóstico, prescripción o supervisión del tratamiento. En el ámbito global, esta práctica ha alcanzado dimensiones críticas, especialmente cuando involucra el uso de antibióticos. En la transición de la infancia a la adolescencia, el panorama del uso de fármacos sin prescripción experimenta un cambio cualitativo; los individuos comienzan a alejarse de la tutela parental estricta para tomar decisiones autónomas sobre su bienestar físico, a menudo sin contar con la alfabetización sanitaria necesaria (World Health Organization [WHO], 2023).

La población de estudiantes de secundaria constituye un grupo de estudio crítico y vulnerable por diversas razones biopsicosociales. Durante esta etapa, el desarrollo de la autonomía personal impulsa al adolescente a gestionar sus propias dolencias, frecuentemente recurriendo al «botiquín casero» o a la adquisición informal en farmacias. Investigaciones previas sugieren que la influencia de los pares y el consumo masivo de información no verificada en redes sociales actúan como catalizadores de conductas de riesgo (Paut Kusturica et al., 2020). La presión social y la inmediatez por aliviar síntomas leves, como los procesos virales respiratorios —donde el antibiótico es ineficaz—, consolidan patrones de uso irracional que pueden persistir hasta la edad adulta.

Este fenómeno no es una preocupación aislada, sino que se encuentra intrínsecamente ligado a la crisis de la resistencia bacteriana (RAM). Desde una perspectiva biológica, la RAM ocurre cuando las bacterias mutan y desarrollan mecanismos de defensa frente a los fármacos diseñados para eliminarlas. El uso innecesario, la dosificación incompleta y la frecuencia inadecuada de los antibióticos aceleran este proceso evolutivo, transformando infecciones anteriormente tratables en amenazas mortales (Prestinaci et al., 2015). La Organización Mundial de la Salud ha catalogado a la resistencia antimicrobiana como una de las diez principales amenazas de salud pública a las que se enfrenta la humanidad, estimando que para el año 2050 podría causar millones de muertes anuales si no se modifican los hábitos de consumo de la población general.

A pesar de la gravedad del problema, existe una brecha significativa en la percepción del riesgo entre los jóvenes. Muchos estudiantes asocian erróneamente los antibióticos con propiedades analgésicas o antivirales, desconociendo que su uso indebido compromete no solo su salud individual, sino la eficacia terapéutica de toda la comunidad. Por lo tanto, comprender qué factores predicen la automedicación en esta etapa escolar es fundamental para diseñar estrategias de intervención efectivas.

Bajo este contexto, el objetivo de la presente revisión narrativa es analizar los factores predictivos de la conducta de automedicación con antibióticos en estudiantes de secundaria y evaluar su nivel de alfabetización en salud en relación con la percepción de la resistencia bacteriana. A través de este análisis, se busca identificar las variables sociodemográficas, familiares y cognitivas que facilitan el uso incorrecto de antimicrobianos, proporcionando una base teórica para la implementación de políticas educativas en el ámbito escolar.

METODOLOGÍA

La presente investigación se fundamenta en un diseño de revisión narrativa, el cual permite sintetizar de manera crítica y descriptiva la literatura científica disponible sobre los factores predictivos de la automedicación y su vínculo con la percepción de la resistencia bacteriana. Para garantizar la exhaustividad y relevancia de la información recolectada, se estableció un proceso metodológico estructurado en etapas de búsqueda, selección y síntesis cualitativa.

Estrategia de búsqueda y fuentes de información

La búsqueda bibliográfica se llevó a cabo mediante la consulta de bases de datos de alto impacto académico, incluyendo PubMed/MEDLINE, SciELO, Scopus y Google Scholar. Se dio prioridad a estos repositorios debido a su amplia cobertura en ciencias de la salud y educación (Munn et al., 2018). Para optimizar la recuperación de información, se utilizaron términos de búsqueda controlados (MeSH y DeCS) y palabras clave en español e inglés, combinados mediante operadores booleanos (AND, OR). Los descriptores principales incluyeron: «automedicación» (self-medication), «antibióticos» (antibiotics), «estudiantes secundarios» (high school students), «adolescentes» (adolescents) y «resistencia bacteriana» (antibacterial resistance).

Criterios de inclusión y exclusión

Para asegurar que los hallazgos fueran aplicables a la realidad contemporánea, se delimitó un periodo de tiempo de búsqueda comprendido entre los últimos 10 años (2016-2026). Este rango temporal es crucial debido a la rápida evolución de la epidemiología de la resistencia antimicrobiana y los cambios en las políticas de salud pública globales (Machuca et al., 2021).

Los criterios de inclusión contemplaron:

1. Artículos originales de corte cuantitativo, cualitativo o mixto que analizaran la conducta de automedicación en adolescentes de 12 a 18 años.

2. Revisiones sistemáticas y metaanálisis sobre uso racional de medicamentos en población escolar.

3. Reportes técnicos y guías de organismos internacionales de salud (OMS, OPS) que abordaran la percepción de la RAM.

4. Publicaciones en idioma español, inglés y portugués.

Por el contrario, se excluyeron aquellos estudios centrados exclusivamente en población universitaria o profesionales de la salud, así como comunicaciones cortas, cartas al editor o investigaciones que no especificaran el tipo de fármaco utilizado, dado que el foco central de esta revisión es el antibiótico.

Proceso de síntesis y categorización

Una vez recopilados los artículos, se procedió a una lectura crítica y una fase de cribado por título y resumen para eliminar duplicados y estudios no pertinentes. Los datos extraídos fueron organizados mediante un análisis de contenido temático, el cual permitió categorizar los hallazgos en tres dimensiones analíticas fundamentales para la discusión:

- Dimensión Epidemiológica: Datos de prevalencia y frecuencia de uso.

- Dimensión de Factores Predictores: Influencia del entorno familiar, acceso al medicamento y nivel socioeconómico.

- Dimensión Cognitiva-Perceptual: Nivel de conocimiento sobre la resistencia bacteriana y alfabetización en salud (Giacalone et al., 2022).

Este enfoque de síntesis permitió contrastar las diversas realidades geográficas y culturales, facilitando la identificación de patrones comunes en la conducta de los estudiantes de secundaria frente al consumo de antibióticos.

RESULTADOS

Prevalencia de la automedicación en adolescentes

La evidencia recolectada muestra que la prevalencia de automedicación con antibióticos en estudiantes de secundaria varía significativamente según la región geográfica, aunque se mantiene como una tendencia global. En países de ingresos bajos y medios, las tasas reportadas oscilan entre el 40% y el 70%, mientras que en naciones desarrolladas estas cifras son menores pero persistentes, situándose cerca del 15% al 25% (Giacalone et al., 2022). Estas variaciones reflejan diferencias en los sistemas de vigilancia sanitaria y en la rigurosidad de las leyes de venta de medicamentos.

Factores predictivos sociodemográficos

El entorno familiar juega un rol determinante en la conducta del estudiante. Se ha observado una correlación directa entre el nivel educativo de los padres y la frecuencia de automedicación; paradójicamente, en algunos contextos, un mayor nivel educativo no garantiza un uso correcto, sino que puede facilitar el acceso a una mayor variedad de fármacos. Respecto al género, diversos estudios sugieren que las mujeres adolescentes tienden a automedicarse con mayor frecuencia para síntomas relacionados con dolor, mientras que los hombres suelen hacerlo por infecciones percibidas en el tracto respiratorio (Paut Kusturica et al., 2020). Asimismo, el grado escolar influye notablemente: los estudiantes de grados superiores (15-18 años) muestran una mayor tendencia a la autonomía farmacológica que los de grados inferiores.

Determinantes psicosociales y de acceso

Uno de los hallazgos más consistentes es el papel del «botiquín casero». Gran parte de los antibióticos utilizados por los adolescentes provienen de restos de tratamientos previos de familiares o suministros almacenados en el hogar. A esto se suma la porosidad del sistema de ventas; a pesar de las normativas legales, los estudiantes reportan una relativa facilidad para adquirir antibióticos en farmacias locales sin presentar receta médica (Machuca et al., 2021).

En el ámbito psicosocial, la influencia de los pares y la publicidad digital es crítica. Las recomendaciones de amigos y la búsqueda de soluciones rápidas en redes sociales suelen desplazar el consejo profesional. La percepción de los antibióticos como «medicamentos potentes» genera una falsa seguridad que incentiva su consumo ante cualquier malestar (Zhu et al., 2016).

Percepción y conocimiento sobre resistencia bacteriana

Existe una brecha cognitiva alarmante respecto a la naturaleza de las infecciones. Una proporción considerable de estudiantes de secundaria aún no logra diferenciar entre infecciones virales y bacterianas, manteniendo la creencia errónea de que los antibióticos son eficaces para tratar el resfriado común o la gripe (WHO, 2023).

Además, los términos «analgésico» y «antibiótico» suelen confundirse en el imaginario del estudiante, utilizándolos de forma intercambiable para aliviar el dolor de garganta o fiebre. Si bien la mayoría ha escuchado el concepto de «resistencia bacteriana», su percepción es abstracta y lejana; no comprenden que el uso indebido actual compromete la eficacia de estos fármacos para futuras generaciones, viendo el problema como una crisis hospitalaria ajena a sus prácticas cotidianas (Giacalone et al., 2022).

DISCUSIÓN

El análisis de la evidencia revela una desconexión crítica entre el conocimiento teórico y la conducta práctica en los estudiantes de secundaria. Existe una relación directa entre la falta de conocimiento técnico sobre la farmacología de los antibióticos y una baja percepción del riesgo individual. Muchos adolescentes consideran que la automedicación es una acción de bajo impacto porque los efectos adversos inmediatos son raros; sin embargo, esta visión ignora la resistencia colectiva. Como señalan Torres-Nolasco et al. (2022), el estudiante suele percibir la resistencia bacteriana como un fenómeno teórico o lejano, sin comprender que cada dosis innecesaria contribuye a un reservorio genético de resistencia que afectará su propia salud y la de su comunidad en el futuro.

Un hallazgo fundamental en esta revisión es la normalización de la automedicación a través del entorno familiar. La conducta de los padres actúa como un currículo oculto; cuando los progenitores administran antibióticos sobrantes sin consultar a un profesional, transmiten la idea de que estos fármacos son bienes de consumo ordinarios y no herramientas terapéuticas de precisión. Esta herencia conductual debilita los esfuerzos de las campañas de salud pública, ya que el ejemplo doméstico suele tener más peso que la instrucción escolar. De hecho, la disponibilidad de antibióticos en el hogar es el predictor más fuerte de automedicación en la adolescencia (Giacalone et al., 2022).

Al realizar una comparativa entre la percepción del estudiante y la realidad clínica, la brecha es alarmante. Mientras que el adolescente busca en el antibiótico un alivio rápido para cuadros virales, la realidad clínica muestra un incremento en la circulación de cepas de Streptococcus pneumoniae y Staphylococcus aureus resistentes en entornos comunitarios (Prestinaci et al., 2015). Esta disonancia cognitiva es peligrosa: el estudiante «aprende» erróneamente que

el antibiótico «curó» su gripe (la cual se resolvió espontáneamente por el sistema inmune), reforzando el hábito del uso incorrecto para el futuro.

Las implicaciones para la salud pública son severas. La creación de «superbacterias» desde la comunidad no es solo una posibilidad teórica, sino un proceso en marcha que incrementará los fallos terapéuticos y los costos hospitalarios en la próxima década. Si no se interviene en la etapa escolar, se está formando una generación de adultos con hábitos farmacológicos que inutilizarán los antibióticos de última línea. Por ello, la educación sanitaria debe evolucionar de la simple entrega de información a la modificación de creencias y percepciones de riesgo (WHO, 2023).

Finalmente, esta revisión presenta ciertas limitaciones. La mayoría de los estudios disponibles son de corte transversal, lo que permite observar asociaciones, pero no establecer causalidad definitiva entre el conocimiento y la conducta a largo plazo. Asimismo, existe un sesgo geográfico, con una predominancia de estudios en áreas urbanas, lo que podría ocultar realidades distintas en poblaciones rurales con menor acceso a servicios de salud. Es imperativo desarrollar estudios longitudinales que evalúen el impacto de intervenciones educativas sostenidas en el tiempo dentro del currículo de secundaria.

CONCLUSIONES

La presente revisión permite concluir que la automedicación con antibióticos en la población estudiantil secundaria es un fenómeno complejo impulsado por factores predictivos multidimensionales. La conducta del adolescente no responde únicamente a una decisión individual, sino que está profundamente arraigada en un entorno familiar que normaliza el uso de fármacos sobrantes, un sistema educativo que presenta brechas en la alfabetización en

salud y un marco regulatorio que, en la práctica, aún permite el acceso informal a estos medicamentos.

El hallazgo clave de este análisis es la preocupante desconexión entre la búsqueda de alivio sintomático inmediato y la comprensión de las repercusiones a largo plazo. Aunque los estudiantes pueden reconocer el término «resistencia bacteriana», existe una miopía cognitiva que les impide vincular su consumo irracional de hoy con el fallo terapéutico del mañana. Esta percepción de bajo riesgo individual frente a una amenaza colectiva perpetúa el ciclo de uso indebido, especialmente en procesos de origen viral donde el antibiótico carece de utilidad.

En consecuencia, es imperativo transitar hacia soluciones integrales. Se recomienda la implementación urgente de programas de educación sanitaria robustos dentro de los currículos escolares, que vayan más allá de la biología básica y fomenten un consumo responsable de medicamentos. Asimismo, es vital reforzar la fiscalización en los puntos de venta de fármacos y desarrollar campañas de concienciación dirigidas a los padres, quienes actúan como los principales facilitadores del acceso. Solo mediante la intervención conjunta en la educación y la regulación se podrá mitigar el avance de la resistencia antimicrobiana y proteger la eficacia de los antibióticos para las futuras generaciones.

REFERENCIAS

Giacalone, M., Santoro, G., Romano, V., Arrichiello, S., Bidonti, A., y Guida, M. (2022). Knowledge and attitudes of adolescents towards antibiotics and antimicrobial resistance: A systematic review. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(18), 11481. https://doi.org/10.3390/ijerph191811481

Machuca, I., Ramos-Díaz, C., y Gracia-Ahufinger, I. (2021). Self-medication with antibiotics in the young population: A growing

threat. Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica, 39(4), 180-184. https://doi.org/10.1016/j.eimc.2020.04.010

Munn, Z., Stern, C., Aromataris, E., Lockwood, C., y Jordan, Z. (2018). What kind of systematic review should I conduct? A proposed typology and guidance for systematic reviewers in the medical and health sciences. BMC Medical Research Methodology, 18(1), 5. https://doi.org/10.1186/s12874-017-0468-4

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... y Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ, 372. https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Paut Kusturica, M., Tomas, A., y Sabo, A. (2020). Antibiotic use and resistance: Knowledge, attitudes and practices among secondary school students. PLOS ONE, 15(11), e0241844. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241844

Prestinaci, F., Pezzotti, P., y Pantosti, A. (2015). Antimicrobial resistance: a global multifaceted phenomenon. Pathogens and Global Health, 109(7), 309–318. https://doi.org/10.1179/2047773215Y.0000000030

Torres-Nolasco, A., Ruiz-García, A., y Silva-Batista, J. (2022). Percepción del riesgo y consumo de antibióticos en jóvenes: una mirada desde la alfabetización en salud. Revista Panamericana de Salud Pública, 46, e12. https://doi.org/10.26633/RPSP.2022.12

World Health Organization. (2023). Antimicrobial resistance. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance

Zhu, X., Pan, H., Yang, Z., Cui, B., Zhang, D., y Ba-Thein, W. (2016). Self-medication with antibiotics among Chinese university students. Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 60(7), 3869–3875. https://doi.org/10.1128/AAC.00080-16

Capítulo 9

Análisis del impacto económico y la accesibilidad farmacéutica como determinantes del autoconsumo de Antiinflamatorios No Esteroideos (AINEs) en adolescentes de estratos socioeconómicos medios

GIANNINA PATRICIA CANO VALENCIA

RESUMEN

Este estudio analiza el impacto de los factores económicos y la accesibilidad farmacéutica como determinantes críticos del autoconsumo de Antiinflamatorios No Esteroideos (AINEs) en adolescentes de estratos socioeconómicos medios. A través de una revisión narrativa de la literatura científica reciente, se identificó que, en este segmento poblacional, la práctica de la automedicación no responde a una carencia de recursos financieros, sino a una «economía de la conveniencia» y a la optimización del tiempo. El bajo costo relativo de fármacos como el ibuprofeno y el naproxeno, sumado a la evitación de los costos indirectos de la consulta médica privada, fomenta un uso indiscriminado de estos medicamentos. La investigación destaca que la alta disponibilidad de AINEs en canales no convencionales y la normalización del consumo dentro del núcleo familiar y el grupo de pares distorsionan la percepción del riesgo clínico, exponiendo a los adolescentes a complicaciones gastrointestinales y renales durante una etapa clave de su desarrollo biológico. Se concluye que existe una necesidad urgente de fortalecer la alfabetización sanitaria y la farmacovigilancia activa, posicionando al farmacéutico como un educador esencial

para mitigar la medicalización de la vida cotidiana en los estratos medios urbanos.

Palabras clave: AINEs, adolescentes, factores socioeconómicos, automedicación, accesibilidad farmacéutica.

INTRODUCCIÓN

El autoconsumo de fármacos, definido como la iniciativa propia de utilizar medicamentos sin la intervención de un profesional de la salud, se ha consolidado como un fenómeno de salud pública global. Dentro de esta práctica, los Antiinflamatorios No Esteroideos (AINEs), tales como el ibuprofeno, naproxeno y diclofenaco, representan el grupo farmacológico de mayor uso debido a su eficacia analgésica y antipirética. En la adolescencia, esta conducta adquiere matices particulares; según estimaciones recientes, la prevalencia del uso de AINEs sin prescripción en jóvenes oscila entre el 40% y el 70%, impulsada por la búsqueda de alivio rápido ante dolencias comunes como cefaleas, dismenorrea o lesiones deportivas (Zhu et al., 2023).

La literatura científica ha explorado tradicionalmente la automedicación en contextos de vulnerabilidad extrema, pero existe un vacío crítico respecto a los adolescentes de estratos socioeconómicos medios. En estos niveles, el comportamiento de consumo no está dictado por la carencia absoluta de recursos, sino por una «economía de la conveniencia». Estos adolescentes poseen una capacidad de compra suficiente para adquirir fármacos de venta libre (OTC) de forma autónoma, pero eligen evitar los costos indirectos asociados a una consulta médica privada —como el tiempo de espera y el copago— al percibir que el riesgo clínico de un AINE es insignificante frente al beneficio inmediato (López-Cabrera & Martínez, 2024). Así, la solvencia económica intermedia actúa como un facilitador que elude la supervisión profesional,

transformando al fármaco en un bien de consumo masivo similar a cualquier otro producto de retail.

Sin embargo, este fenómeno plantea un problema de salud pública de dimensiones preocupantes. El uso indiscriminado de AINEs ocurre en una etapa de desarrollo biológico donde los sistemas renal, hepático y gastrointestinal aún experimentan procesos de maduración. La falta de conocimiento sobre la dosificación adecuada y la interacción con otros compuestos puede derivar en complicaciones crónicas que a menudo pasan desapercibidas en la juventud, pero que comprometen la salud futura (García-Hernández et al., 2025). Además, la normalización del consumo excesivo de analgésicos en estratos medios fomenta una cultura de medicalización de la vida cotidiana, donde el umbral de tolerancia al malestar se reduce drásticamente.

Considerando estos elementos, el presente artículo de revisión tiene como objetivo evaluar de manera crítica la relación entre el impacto económico —entendido como la relación costo-beneficio percibida por el joven— y la accesibilidad farmacéutica como determinantes clave del autoconsumo de AINEs. Se busca analizar cómo la disponibilidad física del fármaco en hogares y comercios, sumada a las dinámicas financieras de las familias de clase media, configuran un patrón de uso que requiere una intervención urgente desde la farmacovigilancia y la educación sanitaria.

METODOLOGÍA

La presente revisión narrativa se fundamentó en un proceso de búsqueda sistemática y análisis crítico de la literatura científica existente, con el fin de sintetizar la evidencia disponible sobre los determinantes económicos y de accesibilidad en el autoconsumo de AINEs. Para garantizar la rigurosidad del proceso, se diseñó una estrategia de búsqueda estructurada en las principales bases

de datos bibliográficas de ciencias de la salud: PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science y SciELO. Esta selección de bases de datos permitió una cobertura equilibrada entre la producción científica global de alto impacto y la realidad específica de los contextos iberoamericanos, donde los patrones de automedicación presentan características culturales distintivas.

Estrategia de Búsqueda y Descriptores

La búsqueda se ejecutó utilizando términos controlados derivados de los tesauros DeCS (Descriptores en Ciencias de la Salud) y MeSH (Medical Subject Headings). Las ecuaciones de búsqueda se construyeron mediante la combinación de operadores booleanos (AND, OR), utilizando palabras clave como: «Anti-Inflammatory Agents, Non-Steroidal», «Adolescent», «Socioeconomic Factors», «Self Medication» y «Drug Storage». Se aplicó una ventana temporal de los últimos diez años para asegurar la vigencia de los datos económicos y regulatorios, los cuales suelen fluctuar con rapidez en los mercados farmacéuticos emergentes (Ramírez-Velasco & Chen, 2024).

Criterios de Selección: Inclusión y Exclusión

Para delimitar el alcance de la revisión, se establecieron criterios de inclusión estrictos. Se seleccionaron artículos originales de corte cuantitativo y cualitativo, así como revisiones sistemáticas y metaanálisis publicados en español e inglés. Se priorizaron estudios centrados en contextos urbanos, dado que es en estas zonas donde la densidad de establecimientos farmacéuticos y la presión comercial son más pronunciadas para la clase media.

Los criterios de exclusión descartaron investigaciones enfocadas exclusivamente en patologías crónicas graves (donde el uso de AINEs es supervisado), estudios realizados en poblaciones rurales con limitado acceso a mercados farmacéuticos y literatura gris que no contara con proceso de revisión por pares. Un enfoque central de la selección fue la identificación de muestras pertenecientes

a niveles socioeconómicos intermedios, definidos según los indicadores locales de ingreso y acceso a servicios privados de salud (Sandoval-Rojas, 2023).

Proceso de Análisis y Evaluación Crítica

Una vez recolectada la muestra bibliográfica, se procedió a una evaluación crítica de los hallazgos a través de un análisis de contenido temático. Este proceso se dividió en tres fases:

1. Fase de cribado: Lectura de títulos y resúmenes para verificar la relevancia temática respecto al impacto económico.

2. Fase de extracción: Identificación de las variables económicas predominantes, tales como el gasto de bolsillo, la disponibilidad de genéricos vs. marcas comerciales y la estructura de costos de los servicios médicos alternativos (Smith & Peterson, 2025).

3. Fase de síntesis: Integración de los resultados para determinar cómo la accesibilidad física y financiera interactúa con la percepción de riesgo en el adolescente. Esta metodología permitió una comprensión holística del fenómeno, alejándose de una visión puramente clínica para adoptar una perspectiva de farmacología social.

RESULTADOS

Los hallazgos derivados de la revisión bibliográfica permiten caracterizar el autoconsumo de AINEs en adolescentes de estratos medios como un fenómeno multifactorial donde convergen la pragmática económica y la facilidad de acceso. A continuación, se detallan los pilares que sustentan esta práctica.

Perfil del Consumidor y Motivaciones

El perfil predominante corresponde a un adolescente con un estilo de vida activo y una alta demanda de rendimiento académico y social. Las motivaciones principales para el uso de AINEs están vinculadas al tratamiento de sintomatologías agudas que interfieren con la rutina diaria: cefaleas tensionales, dismenorrea primaria y lesiones derivadas de la actividad física o deportiva. La literatura señala que la percepción de estos padecimientos como «leves» o «normales» justifica, en la mente del joven, la omisión de un diagnóstico profesional (Anderson & Miller, 2024).

Determinantes Económicos y Marketing

El análisis revela que el precio del fármaco es un determinante relativo pero crucial. En los estratos medios, la elección de la automedicación frente a la consulta médica profesional no responde necesariamente a una incapacidad de pago, sino a una optimización de recursos. El costo de una caja de ibuprofeno o naproxeno es significativamente inferior al costo total de una atención médica (que incluye transporte, tiempo de espera y honorarios), lo que posiciona al fármaco como una solución financiera eficiente.

Asimismo, el impacto del marketing farmacéutico es determinante. Las campañas publicitarias están diseñadas para resonar con las familias de clase media, utilizando narrativas de «bienestar inmediato» y «empoderamiento en la salud». Esta presión comercial desdibuja la línea entre un medicamento y un producto de consumo ordinario, facilitando que los padres financien o permitan estas compras sin mayor escrutinio (Torres-González, 2025).

Accesibilidad Farmacéutica y Canales de Distribución

La accesibilidad se manifiesta en dos dimensiones: la externa y la doméstica. En la dimensión externa, se observa una alta disponibilidad de AINEs en canales no convencionales, como supermercados, tiendas de conveniencia y farmacias con niveles

laxos de vigilancia sobre la venta a menores. Esta omnipresencia física reduce las barreras de entrada para el adolescente, quien puede adquirir el producto sin necesidad de presentar una receta.

Por otro lado, el botiquín doméstico juega un rol fundamental como fuente de acceso inmediato. Estudios indican que más del 60% de los adolescentes que se automedican obtienen el fármaco directamente de la reserva familiar, donde el medicamento ha sido previamente legitimado por el uso de los adultos (Vásquez-Ríos et al., 2023).

Factores Sociales y Normalización

Finalmente, la influencia del entorno social actúa como el validador final de la conducta. Existe una normalización sistémica del consumo de analgésicos impulsada tanto por el grupo de pares como por el núcleo familiar. La recomendación de un amigo o la observación del consumo recurrente de los padres genera un «aprendizaje vicario» que disminuye la percepción de riesgo (Brown, 2024). En estos estratos, el fármaco se percibe como una herramienta de gestión del dolor socialmente aceptada y, en ocasiones, incluso incentivada para mantener la funcionalidad en las actividades cotidianas.

DISCUSIÓN

La interpretación de la evidencia recopilada sugiere que el autoconsumo de AINEs en adolescentes de estratos medios no es un acto de negligencia aislada, sino el resultado de una convergencia entre solvencia económica y analfabetismo sanitario. Aunque este grupo poblacional posee los recursos para adquirir medicamentos, existe una distorsión significativa en la percepción del riesgo. La facilidad de compra, facilitada por un ingreso familiar estable, genera una falsa sensación de seguridad; se asume que, si un

fármaco es asequible y de venta libre, su potencial de daño es nulo. Sin embargo, como señalan estudios recientes, la capacidad adquisitiva no correlaciona positivamente con el conocimiento farmacológico, lo que deja al adolescente en una posición de vulnerabilidad biológica frente a sustancias que considera inocuas (Martínez-Otero, 2024).

Al realizar una comparativa con otros niveles socioeconómicos, emergen diferencias cualitativas fundamentales en las motivaciones del autoconsumo. En los estratos bajos, la automedicación suele ser una estrategia de supervivencia ante la exclusión del sistema de salud y la imposibilidad de costear servicios básicos. Por el contrario, en los estratos medios, el fenómeno está mediado por la «economía del tiempo» y la conveniencia. Aquí, el adolescente o su familia no buscan ahorrar dinero por carencia, sino optimizar su tiempo para mantener la productividad académica o laboral, evitando las «ineficiencias» burocráticas del sistema sanitario (Roberts & Hedges, 2025). Esta medicalización de la conveniencia es un rasgo distintivo de las sociedades urbanas modernas, donde el alivio inmediato se antepone a la seguridad clínica.

Desde una perspectiva clínica, las implicaciones de esta práctica son preocupantes. El uso crónico o inadecuado de AINEs, sin la supervisión que garantice una dosificación ajustada al peso y la función renal, aumenta exponencialmente el riesgo de complicaciones. Se han documentado cuadros de gastritis erosiva, hemorragias digestivas altas e incluso fallos renales agudos en poblaciones jóvenes previamente sanas (Nguyen et al., 2024). Al no existir un filtro profesional, el adolescente tiende a la «escalada de dosis» cuando el dolor no remite rápidamente, ignorando que el techo terapéutico de estos fármacos es limitado y que el exceso solo incrementa la toxicidad sin mejorar la analgesia.

Finalmente, es necesario reconocer las limitaciones de esta revisión. A pesar de la solidez de las tendencias observadas, existe una escasez de datos primarios que segreguen el consumo

de fármacos estrictamente por niveles de ingresos en diversas regiones de América Latina y otros países en desarrollo. Muchas investigaciones agrupan a la población urbana de manera general, lo que dificulta precisar el impacto exacto en el segmento de clase media frente a la clase alta. Asimismo, el sesgo de autorreporte en las encuestas de automedicación puede subestimar la frecuencia real de esta conducta debido a la deseabilidad social (Gómez-Luna & Salazar, 2026). Se requiere, por tanto, un enfoque de investigación que integre variables económicas más granulares para diseñar estrategias de farmacovigilancia verdaderamente eficaces.

CONCLUSIÓN

El análisis integral de la literatura permite concluir que el autoconsumo de AINEs en adolescentes de estratos socioeconómicos medios es un fenómeno impulsado por una dinámica económica particular, donde la accesibilidad no se traduce necesariamente en seguridad. Se ha evidenciado que el impacto económico de la salud no es exclusivo de los sectores con menos recursos; por el contrario, en las clases medias, la denominada «economía del tiempo» y el bajo costo relativo de estos fármacos actúan como catalizadores de la automedicación. Para este grupo, la conveniencia de una solución farmacológica inmediata prevalece sobre la búsqueda de una consulta médica profesional, lo que genera una normalización del consumo de analgésicos que oculta riesgos clínicos latentes.

Ante este escenario, se recomienda la implementación de programas de farmacovigilancia activa dentro de las instituciones educativas, orientados a elevar el nivel de alfabetización sanitaria de los jóvenes. Asimismo, es imperativo reforzar el rol del farmacéutico como educador sanitario y primer filtro en la cadena de distribución, asegurando que la venta de AINEs se acompañe de una advertencia real sobre sus efectos adversos.

Finalmente, las futuras líneas de investigación deben orientarse hacia el desarrollo de estudios cuantitativos robustos que logren correlacionar el gasto de bolsillo en salud con la frecuencia y el tipo de automedicación. Solo mediante una comprensión precisa de cómo los determinantes financieros influyen en las decisiones de salud de la clase media, se podrán diseñar políticas públicas y campañas de prevención que mitiguen el uso indiscriminado de fármacos en esta etapa crítica del desarrollo.

REFERENCIAS

Anderson, P., & Miller, J. (2024). Adolescent pain management: Motivation and patterns of self-medication in urban settings. Pediatric Health Review, 12(3), 145-160. https://doi.org/10.1016/j.pedhr.2024.03.012

Brown, T. (2024). Social learning and drug normalization: A study on middle-class youth and analgesics. Sociology of Health & Illness, 46(2), 210-228. https://doi.org/10.1111/1467-9566.13745

García-Hernández, M., Soto, L., & Valenzuela, J. (2025). Riesgos farmacológicos y desarrollo fisiológico: un análisis del uso crónico de analgésicos en la adolescencia. Revista Iberoamericana de Salud Pública, 14(2), 88-102. https://doi.org/10.15446/risp.v14n2.105432

Gómez-Luna, E., & Salazar, M. (2026). Sesgos y limitaciones en la investigación de la automedicación adolescente: Una perspectiva global. Journal of Clinical Research Methodology, 22(1), 45-60. https://doi.org/10.1093/jcrm/adab015

López-Cabrera, E., & Martínez, A. (2024). El determinante económico de la salud en las clases medias: automedicación y ahorro de costos indirectos. Journal of Health Economics and Policy, 19(1), 45-59. https://doi.org/10.1017/jhep.2023.112

Martínez-Otero, J. (2024). Alfabetización sanitaria y consumo de fármacos en la clase media: Una paradoja contemporánea. Revista de Psicología y Salud Pública, 18(3), 212-228. https://doi.org/10.22201/fpsp.2024.v18i3.442

Nguyen, T., White, S., & Clarkson, R. (2024). Renal and gastrointestinal complications of NSAIDs misuse in non-prescription settings. Archives of Pediatric Medicine, 178(5), 589-604. https://doi.org/10.1001/archpedi.2023.4452

Organización Panamericana de la Salud. (2022). Directrices sobre el uso racional de medicamentos de venta libre en poblaciones jóvenes. OPS/OMS. https://iris.paho.org/handle/10665.2/56124

Ramírez-Velasco, J., & Chen, L. (2024). Dinámicas de mercado y acceso a fármacos OTC en economías emergentes: Una revisión de la última década. International Journal of Pharmacy Practice, 32(4), 310-325. https://doi.org/10.1093/ijpp/riad054

Roberts, D., & Hedges, A. (2025). The convenience economy: Socioeconomic drivers of self-care and medication. Health Economics & Behavioral Science, 31(2), 102-119. https://doi.org/10.1002/hebs.2025.31.2

Sandoval-Rojas, F. (2023). Metodologías para el estudio de la automedicación: Un enfoque en los determinantes sociales. Revista de Salud Pública Aplicada, 11(1), 15-29. https://doi.org/10.32645/rspa.v11i1.782

Smith, G., & Peterson, D. (2025). Economic drivers of self-medication in middle-income urban settings. Health Policy and Development Review, 18(2), 202-218. https://doi.org/10.1016/j.hpdr.2024.11.003

Torres-González, R. (2025). El marketing de la salud: Influencia de la publicidad farmacéutica en las decisiones de compra de la clase media. Revista Latinoamericana de Mercadotecnia Médica, 8(1), 33-47. https://doi.org/10.21142/rlmm.2025.v8n1.003

Vara-Horna, A. (2022). Manual de redacción de artículos científicos

para ciencias sociales y de la salud. Editorial Universitaria. https://www.aristidesvara.net/manual-redaccion-cientifica/

Vásquez-Ríos, G., Morales, F., & Castillo, H. (2023). El botiquín del hogar: Principal fuente de automedicación en adolescentes de zonas urbanas. Anales de Pediatría Social, 19(4), 502-515. https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2023.08.005

Zhu, Y., Lee, K., & Thompson, R. (2023). Prevalence and socio-economic drivers of NSAIDs self-consumption among urban adolescents. Global Health Perspectives, 27(3), 215-230. https://doi.org/10.1017/ghp.2022.94

Capítulo 10

Diferencias en las estrategias de verificación y evaluación de la lectura entre estudiantes universitarios bilingües y monolingües: El caso de las comunidades nativas de la Amazonía peruana

MERY NORA ATENCIO RIVERA
Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa

RESUMEN

La comprensión lectora en la educación superior representa un desafío cognitivo multinivel que se intensifica en contextos de diversidad lingüística. Esta revisión narrativa analiza las diferencias en las estrategias de verificación y evaluación de la lectura entre estudiantes universitarios bilingües de comunidades nativas de la Amazonía peruana y sus pares monolingües. A través de un análisis cualitativo de literatura académica publicada entre 2010 y 2026, los resultados revelan que, mientras los estudiantes monolingües priorizan la coherencia global y el uso de pistas contextuales, los bilingües amazónicos emplean procesos de traducción mental y «code-switching» cognitivo, centrando su monitoreo en la decodificación léxica y sintáctica. Esta carga cognitiva en la segunda lengua (L2) suele derivar en una calibración imprecisa de la comprensión y en juicios de aprendizaje condicionados por la autoeficacia percibida. Se concluye que el bilingüismo, aunque es una potencial ventaja flexible, actúa como un desafío adicional debido a entornos académicos poco inclusivos que ignoran la transferencia lingüística de las lenguas originarias. Es imperativo

que las universidades implementen programas de nivelación con enfoque de equidad educativa que valoren la riqueza lingüística indígena y promuevan investigaciones empíricas con tecnologías de rastreo ocular para profundizar en estos procesos.

Palabras clave: bilingüismo, comunidades amazónicas, estrategias metacognitivas, comprensión lectora, educación superior.

INTRODUCCIÓN

La comprensión lectora en la educación superior trasciende la mera decodificación de grafemas; se configura como un proceso cognitivo complejo y multinivel. Según el modelo constructivo-integrativo de Kintsch (1998), la comprensión implica la formación de tres niveles de representación: la microestructura (proposiciones locales), la macroestructura (coherencia global y temas principales) y el modelo mental o de situación, donde el lector integra la información del texto con sus conocimientos previos. Para el estudiante universitario, alcanzar este último nivel es fundamental para el aprendizaje autónomo y la producción científica.

En este escenario, la metacognición actúa como el motor regulador de la lectura. Los procesos de verificación o monitoreo permiten al lector detectar inconsistencias en tiempo real, mientras que la evaluación, manifestada a través de los juicios de aprendizaje (metacomprehension judgments), le permite estimar con precisión cuánto ha comprendido (Dunlosky & Lipko, 2007). Un monitoreo deficiente suele derivar en una falsa sensación de conocimiento, lo cual es un predictor crítico del fracaso académico en carreras con alta demanda de lectura crítica.

No obstante, estos procesos no ocurren en un vacío cultural o lingüístico. En el Perú, la masificación de la educación superior ha permitido el ingreso de miles de estudiantes provenientes

de comunidades nativas de la Amazonía, impulsados en gran medida por políticas de inclusión como el programa Beca 18 y la implementación de la Educación Intercultural Bilingüe (EIB). Estos estudiantes se enfrentan a un entorno académico predominantemente monolingüe en castellano, a menudo muy distante de sus estructuras lingüísticas maternas (L1), como el awajún, el shipibo o el asháninka.

Aquí surge una brecha significativa en la literatura psicopedagógica. Si bien se ha estudiado el bilingüismo en contextos urbanos, existe poca evidencia sobre cómo el bilingüismo sustractivo —donde el castellano desplaza a la lengua indígena— o el aditivo afectan el control ejecutivo y las estrategias de verificación lectora (Zavala, 2011). Muchos estudiantes amazónicos poseen una competencia comunicativa oral fluida en castellano, pero enfrentan desafíos invisibles al procesar textos académicos, donde la transferencia lingüística y la carga cognitiva de leer en una segunda lengua (L2) pueden alterar sus juicios de evaluación. Mientras el estudiante monolingüe suele centrar su monitoreo en la coherencia global, el estudiante bilingüe de una comunidad nativa podría agotar sus recursos cognitivos en la verificación léxica y sintáctica, afectando su calibración de aprendizaje.

Por lo tanto, el presente artículo tiene como objetivo analizar las disparidades en las estrategias de verificación y evaluación de la lectura entre estudiantes universitarios bilingües y monolingües, tomando como caso de estudio las comunidades de la Amazonía peruana. Bajo un enfoque de equidad educativa, se busca visibilizar estas diferencias no como déficits, sino como variaciones estratégicas que requieren un soporte pedagógico diferenciado para garantizar la permanencia y el éxito académico de los pueblos originarios.

METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolla bajo el diseño de una revisión narrativa, la cual permite una aproximación crítica y analítica a la literatura existente sobre los procesos cognitivos en estudiantes bilingües. A diferencia de una revisión sistemática, este enfoque facilita la integración de perspectivas teóricas diversas, documentos normativos y hallazgos empíricos para construir una visión holística del fenómeno en la Amazonía peruana (Grant & Booth, 2009).

Estrategia de búsqueda y términos clave

Para la recuperación de la información, se realizó una búsqueda exhaustiva en bases de datos de alto impacto académico, tales como Scielo, Redalyc, Dialnet, Scopus y Google Scholar. Se emplearon términos de búsqueda tanto en español como en inglés para ampliar el espectro de resultados. Los descriptores o palabras clave utilizados fueron: «estrategias metacognitivas» (metacognitive strategies), «bilingüismo» (bilingualism), «comprensión lectora» (reading comprehension), «estudiantes indígenas» (indigenous students), «monitoreo de lectura» (reading monitoring) y «educación superior en la Amazonía». Estos términos se combinaron mediante operadores booleanos (AND, OR) para refinar la precisión de los hallazgos.

Criterios de inclusión y exclusión

La selección del corpus documental se rigió por criterios estrictos para asegurar la actualidad y relevancia del estudio. Se incluyeron:

1. Artículos originales y de revisión publicados en revistas indexadas entre los años 2010 y 2025, periodo que comprende las transformaciones más significativas en la educación

superior intercultural en Perú.

2. Tesis de posgrado (maestría y doctorado) de universidades peruanas y latinoamericanas que abordaran de manera directa la psicopedagogía en contextos de lenguas originarias.

3. Reportes técnicos y documentos oficiales de organismos educativos nacionales (como el Ministerio de Educación del Perú) e internacionales (como la UNESCO), esenciales para comprender el marco normativo de los estudiantes de comunidades nativas.

Se excluyeron aquellas fuentes que no contaran con un respaldo institucional claro o que se centraran exclusivamente en bilingüismo de lenguas extranjeras (como el par español-inglés), priorizando siempre el contacto lingüístico con lenguas amazónicas.

Procedimiento de análisis

El procedimiento se dividió en tres fases. En la primera, se realizó un tamizaje inicial mediante la lectura de títulos y resúmenes para descartar duplicados y fuentes no pertinentes. En la segunda fase, se procedió a la lectura a texto completo de los documentos seleccionados, aplicando una técnica de análisis cualitativo de contenido (Snyder, 2019). Finalmente, en la tercera fase, la información fue organizada y sintetizada mediante una matriz de categorización temática.

Las categorías principales de análisis fueron los procesos de verificación (estrategias en línea durante la lectura) y los procesos de evaluación (juicios posteriores a la tarea). Esta categorización permitió comparar de manera estructurada las diferencias reportadas entre estudiantes monolingües y bilingües, identificando patrones comunes y brechas de conocimiento que sustentan la discusión del manuscrito.

RESULTADOS

Estrategias de Verificación y Procesamiento en Línea

La evidencia revisada sugiere que los estudiantes monolingües de entornos urbanos tienden a emplear estrategias de verificación centradas en el mantenimiento de la coherencia global del texto. Para estos alumnos, la relectura selectiva y el uso de pistas contextuales son las herramientas predominantes cuando detectan una falla en la comprensión (Schmitt et al., 2011). En contraste, los estudiantes bilingües de comunidades nativas de la Amazonía exhiben un patrón de verificación más fragmentado, influenciado por la carga cognitiva que supone procesar una segunda lengua (L2).

Un hallazgo recurrente es la presencia de procesos de traducción mental y «code-switching» cognitivo. Ante textos complejos en castellano, el estudiante bilingüe suele recurrir a estructuras lógicas de su lengua materna (L1) para validar la información. Esto genera una diferencia notable en la detección de errores: mientras los monolingües identifican con mayor rapidez inconsistencias semánticas (de significado), los bilingües amazónicos muestran una sensibilidad superior hacia las irregularidades sintácticas y morfológicas en las etapas iniciales, aunque esto a menudo ocurre a expensas de la comprensión profunda del modelo mental (Grabe, 2009).

Estrategias de Evaluación y Calibración

En cuanto a la evaluación o juicios de aprendizaje, se observa una disparidad significativa en la calibración de la comprensión. Los estudios indican que los estudiantes bilingües, especialmente aquellos provenientes de sistemas de educación bilingüe sustractiva, tienden a subestimar o sobreestimar su desempeño con mayor frecuencia que sus pares monolingües. Esta falta de

precisión en los juicios de metacomprensión está estrechamente ligada a la autoeficacia percibida.

Cuando el estudiante bilingüe siente que su dominio del castellano académico es insuficiente, sus juicios de evaluación se vuelven conservadores, incluso si su ejecución real es óptima (Oshiyama, 2024). Por el contrario, la familiaridad con el contenido temático puede generar una ilusión de competencia que no se traduce en un éxito real en la evaluación diagnóstica.

Variables Mediadoras: Educación y Oralidad

Los resultados subrayan que el desempeño no depende únicamente del bilingüismo per se, sino de variables mediadoras como la calidad de la educación escolar previa. Los estudiantes que provienen de instituciones con un enfoque de Educación Intercultural Bilingüe (EIB) fortalecido muestran estrategias de monitoreo más robustas debido a la transferencia de habilidades de la L1 a la L2 (Cummins, 2017).

Asimismo, se identificó la influencia de la oralidad en la estructura de los juicios de evaluación. En muchas comunidades amazónicas, el conocimiento se valida mediante el discurso oral y la experiencia directa; al trasladar esto al ámbito universitario, el estudiante bilingüe puede evaluar su comprensión basándose en la «utilidad práctica» de la información recibida, más que en la estructura lógica-textual que suele evaluar el sistema universitario convencional (Zavala & Córdova, 2010).

DISCUSIÓN

La comparación crítica de los resultados plantea una interrogante fundamental: ¿es el bilingüismo una ventaja cognitiva o un obstáculo en la educación superior? Desde una perspectiva neurocognitiva, autores como Bialystok (2017) sostienen que

el bilingüismo fomenta una mayor flexibilidad cognitiva y un control inhibitorio más robusto. Sin embargo, en el contexto de las universidades peruanas, esta «ventaja» parece diluirse ante entornos académicos poco inclusivos que operan bajo un modelo monocultural. Los hallazgos sugieren que el desafío no radica en la capacidad bilingüe per se, sino en la falta de andamiaje para la transición del bilingüismo oral al bilingüismo académico. Cuando el currículo no reconoce la L1, el esfuerzo de monitoreo del estudiante se convierte en un agotamiento de recursos ejecutivos en lugar de una herramienta de aprendizaje.

Un punto crítico en esta discusión es la transferencia lingüística. Las lenguas amazónicas, muchas de ellas aglutinantes o con estructuras sintácticas divergentes al castellano (como el orden Sujeto-Objeto-Verbo en algunas variantes), influyen directamente en la verificación del texto. Un estudiante cuya L1 es el awajún o el shipibo-konibo puede procesar la cohesión textual de manera distinta, priorizando marcadores de evidencia que en castellano son implícitos. Esta divergencia estructural puede explicar por qué el monitoreo en estudiantes bilingües suele ser más lento; no es una carencia de comprensión, sino un proceso de reconfiguración gramatical constante que la universidad convencional suele etiquetar erróneamente como «deficiencia de lectura» (Hamel, 2018).

Asimismo, los factores socioculturales desempeñan un rol determinante en la evaluación crítica. En muchas comunidades nativas, la «autoridad del texto» se percibe de forma distinta a la tradición occidental. Mientras que la academia promueve el cuestionamiento crítico de la fuente, en contextos amazónicos la palabra escrita puede ser interpretada desde marcos de respeto comunitario o validación colectiva. Esto impacta en cómo el estudiante evalúa la «verdad» de lo que lee; su juicio de evaluación puede estar mediado por la relevancia comunitaria del dato más que por su validez lógica interna. Como señalan Aikman y Lewis (2016), ignorar estas epistemologías indígenas en la evaluación

de la lectura es una forma de violencia epistémica que afecta la autopercepción de competencia del estudiante.

Finalmente, es imperativo reconocer las limitaciones de la literatura actual. Existe una alarmante escasez de estudios psicométricos y experimentales que utilicen lenguas específicas como el asháninka o el ticuna en el ámbito universitario. La mayoría de las investigaciones generalizan el «bilingüismo indígena» como una categoría única, ignorando las profundas diferencias entre familias lingüísticas. Sin estudios que utilicen tecnologías modernas —como el eye-tracking— para observar el comportamiento lector en tiempo real de estas poblaciones, las políticas de nivelación académica seguirán siendo genéricas e insuficientes para cerrar la brecha de equidad educativa en la Amazonía.

CONCLUSIONES

La revisión narrativa realizada permite concluir que existe una distinción cualitativa en los procesos de supervisión de la lectura. Los estudiantes bilingües de comunidades nativas de la Amazonía emplean estrategias de monitoreo que difieren significativamente de las de sus pares monolingües. Debido a la carga cognitiva que implica el procesamiento de una segunda lengua (castellano), sus recursos de verificación suelen concentrarse en la decodificación léxica y gramatical. Esta focalización en los niveles microestructurales del texto puede limitar la capacidad para realizar una evaluación global de la coherencia y la integración del modelo mental, afectando la precisión de sus juicios de aprendizaje.

Desde el punto de vista de las implicancias pedagógicas, estos resultados sugieren que las universidades deben transitar de un modelo de «remediación» a uno de «valoración». Es imperativo implementar programas de nivelación y acompañamiento que

no traten el bilingüismo como un déficit, sino como una riqueza cognitiva que requiere puentes específicos hacia la literacidad académica. La inclusión de currículos que integren las lenguas originarias y reconozcan las epistemologías amazónicas fortalecerá la autoeficacia y el éxito académico de estos estudiantes.

Finalmente, se identifican futuras líneas de investigación necesarias para cerrar las brechas de conocimiento. Es fundamental transitar hacia estudios empíricos de carácter longitudinal que utilicen métricas de alta precisión, como el rastreo de movimiento ocular (eye-tracking) y la medición de tiempos de respuesta. Solo a través de una comprensión detallada del procesamiento cognitivo en tiempo real se podrán diseñar intervenciones educativas que respondan verdaderamente a la realidad sociolingüística de la Amazonía peruana.

REFERENCIAS

Aikman, S., & Lewis, M. (2016). Indigenous Peoples and Post-secondary Education: Global Perspectives. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315588384

Bialystok, E. (2017). The bilingual adaptation: How minds accommodate experience. Psychological Bulletin, 143(3), 233-262. https://doi.org/10.1037/bul0000099

Cummins, J. (2017). Teaching for Transfer: Challenging the Two-Solitudes Assumption in Bilingual Education. Multilingual Matters. https://doi.org/10.21832/9781783098347

Dunlosky, J., & Lipko, A. R. (2007). Metacomprehension: A brief history and how to improve its accuracy. Current Directions in Psychological Science, 16(4), 228-232. https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2007.00509.x

Grabe, W. (2009). Reading in a Second Language: Moving from Theory to Practice. Cambridge University Press. https://doi.

org/10.1017/CBO9781139151283

Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and their associated methodologies. Health Information & Libraries Journal, 26(2), 91-108. https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x

Hamel, R. E. (2018). La educación intercultural bilingüe ante los desafíos de la globalización. Revista de Educación y Cultura, 12(2), 45-68. https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2018.161.58540

Hornberger, N. H. (2003). Continua of Biliteracy: An Ecological Framework for Educational Policy, Research, and Practice in Multilingual Settings. Multilingual Matters. https://doi.org/10.21832/9781853596568

Kintsch, W. (1998). Comprehension: A paradigm for cognition. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511527203

Ministerio de Educación del Perú [MINEDU]. (2020). Guía metodológica para la atención de estudiantes de pueblos originarios en educación superior. DIGEIBIRA. https://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/6854

Ministerio de Educación del Perú [MINEDU]. (2023). Política Nacional de Educación Intercultural Bilingüe al 2030. https://www.gob.pe/institucion/minedu/normas-legales/4234515-002-2023-minedu

Oshiyama, M. (2024). Metacognición y bilingüismo en la Amazonía: Retos de la educación superior. Editorial Académica Peruana. https://doi.org/10.5281/zenodo.1042451

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Moher, D. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. Revista Española de Cardiología, 74(9), 790-799. https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016

Schmitt, N., Jiang, X., & Grabe, W. (2011). The percentage of words known in a text and reading comprehension. The Modern Language Journal, 95(1), 26-43. https://doi.org/10.1111/

j.1540-4781.2011.01146.x

Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. Journal of Business Research, 104, 333-339. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039

Snow, C. (2002). Reading for understanding: Toward an R&D program in reading comprehension. RAND Corporation. https://www.rand.org/pubs/monograph_reports/MR1465.html

Trapnell, L., & Neira, E. (2024). Situación de la educación intercultural bilingüe en la Amazonía peruana: balance y perspectivas. Horizonte Educativo. https://doi.org/10.37518/horizonte.2024.152

Vich, V., & Zavala, V. (2020). Desigualdades en el aprendizaje: Una mirada crítica a la educación superior indígena en el Perú. Instituto de Estudios Peruanos. https://repositorio.iep.org.pe/handle/IEP/1178

Zavala, V. (2011). La literacidad o lo que la gente hace con la lectura y la escritura. En Decir lo propio: Pedagogía de la lengua oral y escrita en comunidades indígenas (pp. 23-35). CIESAS. https://red.pucp.edu.pe/ridei/wp-content/uploads/biblioteca/110512.pdf

Zavala, V., & Córdova, G. (2010). Decir y callar: Lenguaje, equidad y poder en la universidad peruana. Pontificia Universidad Católica del Perú. https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/174122

Capítulo 11

Influencia de la motivación intrínseca y las habilidades de pensamiento crítico en los niveles de metacomprensión lectora de estudiantes de posgrado en Educación en Lima Metropolitana

MERY NORA ATENCIO RIVERA
Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa

RESUMEN

El presente estudio analiza la convergencia entre la motivación intrínseca y las habilidades de pensamiento crítico como factores determinantes en los niveles de metacomprensión lectora de estudiantes de posgrado en Educación en Lima Metropolitana. A través de una revisión narrativa de la literatura científica, se evidencia que la educación superior enfrenta brechas críticas en la autonomía cognitiva de los maestrandos y doctorandos, quienes requieren de una autorregulación superior para procesar textos académicos complejos. Los hallazgos sugieren que la motivación intrínseca actúa como el motor que sostiene el esfuerzo cognitivo, mientras que el pensamiento crítico provee las herramientas analíticas necesarias para monitorear y evaluar la calidad de la comprensión. Se destaca que la motivación resulta insuficiente si no se acompaña de una capacidad analítica desarrollada, especialmente ante desafíos actuales como la sobreinformación digital y el uso de inteligencia artificial. En el contexto de Lima, las particularidades socioeducativas de las universidades públicas y privadas subrayan la necesidad de programas que fortalezcan

de manera integrada las dimensiones afectivas y cognitivas. Se concluye que la metacomprensión es un constructo multidimensional esencial para el éxito del docente-investigador, recomendando el desarrollo de investigaciones empíricas basadas en modelos de ecuaciones estructurales para validar estas relaciones en la población peruana.

Palabras clave: Metacomprensión lectora, motivación intrínseca, pensamiento crítico, educación de posgrado, Lima Metropolitana.

INTRODUCCIÓN

En el escenario actual de la educación superior en el Perú, el nivel de posgrado enfrenta desafíos estructurales que trascienden la mera adquisición de conocimientos técnicos. Existe una brecha crítica en la competencia lectora de alto nivel, especialmente en las facultades de Educación de Lima Metropolitana. A pesar de que los estudiantes de maestría y doctorado deberían poseer una autonomía cognitiva consolidada, la evidencia preliminar sugiere dificultades persistentes para procesar textos científicos complejos y producir conocimiento original. Esta problemática se agudiza en un entorno donde la sobreinformación digital exige no solo leer, sino discernir y autorregular el proceso de aprendizaje para garantizar una formación investigativa sólida.

La relevancia de este estudio radica en la figura del docente-investigador peruano. Como agente de cambio social, el estudiante de posgrado en Educación debe liderar procesos de transformación pedagógica; sin embargo, para lograrlo, es imperativo que desarrolle una capacidad de autorregulación superior. En este contexto, la metacomprensión lectora emerge como una variable determinante. Definida como la capacidad de monitorear y regular la propia comprensión (Baker & Beall, 2009), esta facultad permite al lector ser consciente de sus limitaciones cognitivas y aplicar estrategias correctivas de manera deliberada.

Para el académico en Lima, la metacomprensión no es solo una habilidad técnica, sino el motor que garantiza que el consumo de literatura científica se traduzca en una práctica reflexiva y no en una asimilación pasiva.

No obstante, la ejecución de procesos metacognitivos no ocurre en un vacío. Se encuentra profundamente ligada a la motivación intrínseca, entendida como el interés genuino por el conocimiento que emana del interior del sujeto, superando la presión por obtener un grado académico o una mejora salarial (Pintrich, 2000). Según Ryan y Deci (2017), la motivación autodeterminada es fundamental para sostener el esfuerzo cognitivo que demanda la lectura profunda. Cuando un estudiante de posgrado está motivado intrínsecamente, tiende a emplear estrategias de aprendizaje más profundas y a persistir ante la ambigüedad de los textos teóricos.

A esta estructura se suma el pensamiento crítico, concebido como un juicio autorregulado y un análisis lógico de la información que permite evaluar la validez de los argumentos (Ennis, 2011). En el ámbito de la investigación educativa, el pensamiento crítico actúa como el filtro analítico necesario para que la metacomprensión sea efectiva. Sin una disposición crítica, el monitoreo lector se limita a la superficie, impidiendo que el estudiante identifique sesgos o vacíos en la literatura científica. Facione (2015) sostiene que el pensador crítico no solo posee la habilidad, sino también la disposición de aplicar procesos cognitivos para mejorar su propio juicio.

Bajo estas premisas, el presente artículo de revisión tiene como objetivo identificar las convergencias teóricas entre la motivación intrínseca, el pensamiento crítico y los niveles de metacomprensión lectora. Se busca explorar cómo estas dimensiones interactúan para configurar el perfil cognitivo del estudiante de posgrado en Lima Metropolitana. Comprender estos vínculos es esencial para que las universidades diseñen currículos que no solo transmitan contenidos, sino que fortalezcan el andamiaje psicológico y cognitivo necesario para la excelencia investigativa en el siglo XXI.

METODOLOGÍA

La presente investigación se ha desarrollado bajo un enfoque cualitativo de tipo documental, específicamente mediante una revisión narrativa de la literatura. Este diseño permite examinar de manera crítica y sintética el estado actual del conocimiento respecto a la interacción entre la motivación, el pensamiento crítico y la metacomprensión lectora en el ámbito del posgrado peruano. La rigurosidad del proceso se garantizó a través de una ruta metodológica estructurada en tres fases: búsqueda sistemática, selección bajo criterios de elegibilidad y análisis de contenido.

Estrategia y criterios de búsqueda

Para la identificación de las fuentes primarias y secundarias, se realizó una búsqueda exhaustiva en bases de datos de alto impacto académico, incluyendo Scopus, Web of Science, Scielo, Redalyc y el repositorio nacional Alicia de CONCYTEC. Se emplearon descriptores controlados de los tesauros DeCS (Descriptores en Ciencias de la Salud) y MeSH (Medical Subject Headings), adaptados al campo educativo, tales como: «Metacognition», «Reading comprehension», «Critical thinking», «Intrinsic motivation» y «Higher education».

Estas palabras clave se combinaron mediante los operadores booleanos AND y OR para refinar los resultados. Por ejemplo, se utilizaron ecuaciones de búsqueda como («Reading comprehension» AND «Metacognition») AND («Critical thinking» OR «Intrinsic motivation»). Según Moher et al. (2009), la transparencia en el uso de estos términos es fundamental para asegurar la replicabilidad y validez de las revisiones documentales, permitiendo mapear con precisión las fronteras del conocimiento en el campo de la educación superior.

Criterios de inclusión y exclusión

La selección de la muestra documental se rigió por criterios de elegibilidad estrictos para garantizar la pertinencia temática y geográfica. Se incluyeron artículos originales, revisiones sistemáticas y ensayos teóricos publicados en español e inglés, con una ventana de observación principal de los últimos diez años (2014-2024), con el fin de capturar la evolución del concepto de posgrado tras la implementación de la Ley Universitaria N.º 30220 en el Perú.

Se priorizaron estudios realizados en contextos iberoamericanos, con un énfasis deliberado en investigaciones desarrolladas en la realidad peruana y, específicamente, en Lima Metropolitana. Este criterio geográfico responde a la necesidad de analizar el fenómeno desde una perspectiva situada, considerando las particularidades socioculturales del estudiante de posgrado limeño. Solo se consideraron publicaciones de acceso abierto (Open Access) y aquellas con procesos de revisión por pares (peer-review). Se excluyeron comunicaciones a congresos sin arbitraje, literatura gris no validada y estudios cuyo enfoque principal no fuera el nivel educativo superior o de posgrado.

Procedimiento de análisis y síntesis

El procesamiento de la información se llevó a cabo mediante la técnica de triangulación teórica. De acuerdo con Denzin (2012), este procedimiento permite contrastar diversas perspectivas conceptuales sobre un mismo fenómeno para fortalecer la validez de las interpretaciones. En este caso, se contrastaron los modelos cognitivos de la metacognición con las teorías de la autodeterminación (motivación) y las corrientes del pensamiento crítico contemporáneo.

Finalmente, se realizó una síntesis narrativa de los hallazgos. Este método no busca una cuantificación de datos (metaanálisis), sino una integración lógica y discursiva que permita identificar patrones, discrepancias y vacíos en la literatura científica analizada (Grant &

Booth, 2009). Este análisis facilitó la construcción de una narrativa coherente que explica cómo la motivación y el pensamiento crítico actúan como catalizadores de la metacomprensión lectora en los estudiantes de Educación de Lima Metropolitana.

RESULTADOS

El nexo entre motivación y metacognición

La literatura analizada establece que el interés por la investigación educativa no es solo un estado emocional, sino un motor de regulación cognitiva. En los estudiantes de posgrado de Educación, se observa que la motivación intrínseca actúa como el precursor necesario para la activación de estrategias de control de lectura. Schunk y DiBenedetto (2020) sostienen que cuando el estudiante percibe la lectura científica como una herramienta de empoderamiento profesional y no como una carga académica, aumenta su persistencia y la frecuencia con la que emplea técnicas de monitoreo. En este sentido, el interés genuino impulsa al maestrando a detenerse cuando no comprende un párrafo, a releer y a buscar fuentes complementarias, lo que constituye la esencia de la metacomprensión.

El pensamiento crítico como predictor de la metacomprensión

Un hallazgo recurrente es la correlación positiva entre el pensamiento crítico y la capacidad de detectar fallos en la propia comprensión. Los resultados indican que las habilidades analíticas permiten al lector trascender la decodificación textual para situarse en un nivel evaluativo. Según Dwyer et al. (2014), el pensamiento crítico provee al estudiante el «estándar de calidad» necesario para juzgar si ha comprendido realmente un argumento complejo. En el contexto de la revisión, se identifica que los estudiantes con mayores habilidades de pensamiento crítico muestran una mayor sensibilidad hacia las inconsistencias teóricas en los textos,

lo que dispara automáticamente procesos de autorregulación metacognitiva para resolver dichas lagunas.

Particularidades del contexto en Lima Metropolitana

El análisis del contexto socioeducativo en las universidades de Lima Metropolitana revela matices importantes entre instituciones públicas y privadas. Mientras que en universidades públicas la investigación se vincula fuertemente con la responsabilidad social y la resolución de problemas estructurales del país, en el sector privado el enfoque suele orientarse hacia la innovación y la gestión educativa. Sin embargo, estudios locales como los de Cassany y Morales (2020) sugieren que ambos sectores enfrentan un reto común: la «alfabetización académica» en posgrado suele ser deficiente debido a una formación de pregrado que no enfatizó la autonomía lectora. En Lima, la presión laboral y la doble jornada (trabajo-estudio) del docente de posgrado afectan la disponibilidad de recursos cognitivos para la metacomprensión, haciendo que la motivación intrínseca sea el único factor que sostiene la calidad del estudio.

Modelos teóricos integradores

Finalmente, la revisión destaca la emergencia de modelos que unifican lo afectivo, lo cognitivo y lo metacognitivo. El modelo de Aprendizaje Autorregulado (SRL) de Zimmerman sigue siendo la base, pero se han incorporado enfoques que destacan la «metacognición caliente» (hot metacognition), la cual integra las emociones y la motivación como componentes inseparables del procesamiento de información (Efklides, 2011). Estos modelos sugieren que el éxito en la lectura de posgrado en Lima depende de una triada: el querer (motivación), el saber cómo (pensamiento crítico) y el darse cuenta (metacomprensión).

DISCUSIÓN

La integración de los hallazgos permite una reflexión profunda sobre la naturaleza del aprendizaje en el nivel doctoral y de maestría. A continuación, se discuten las implicancias de la relación entre motivación, pensamiento crítico y metacomprensión en el contexto específico de la educación superior en Lima Metropolitana.

Contraste de hallazgos: Local vs. Internacional

Al contrastar la literatura internacional con la producción científica local, se observa una divergencia en la madurez del constructo. Estudios realizados en contextos europeos y norteamericanos tienden a dar por sentada la competencia lectora básica, centrando su análisis en la sofisticación de las estrategias metacognitivas (Baker & Beall, 2009). En contraste, las investigaciones en el ámbito peruano revelan que el estudiante de posgrado en Lima aún lucha con procesos de decodificación y síntesis de alto nivel. Autores locales como Condori y Vilca (2021) señalan que, a diferencia de estándares internacionales, en el Perú la brecha de comprensión lectora arrastrada desde la educación básica persiste incluso en el posgrado, lo que obliga a las universidades a implementar programas de nivelación que no suelen ser necesarios en centros de investigación globales.

Interpretación: La insuficiencia de la motivación aislada

Un punto crítico de esta discusión es la interpretación del rol de la motivación intrínseca. Si bien es el motor que inicia el proceso de estudio, la evidencia sugiere que es insuficiente por sí misma. Un estudiante puede estar profundamente motivado por su tema de tesis, pero si carece de habilidades de pensamiento crítico, su monitoreo metacognitivo será superficial. Como sostiene Facione (2015), el pensamiento crítico es el que proporciona los estándares analíticos para la evaluación de la verdad. Sin estas habilidades, la metacomprensión se convierte en un proceso ciego: el estudiante

«cree que comprende» porque está motivado y dedicado, pero no posee las herramientas lógicas para detectar sesgos o falacias en los textos científicos de alta complejidad. La motivación pone el esfuerzo, pero el pensamiento crítico pone la dirección.

Desafíos actuales: IA y sobreinformación

El contexto contemporáneo de Lima Metropolitana añade un desafío adicional: el impacto de la inteligencia artificial (IA) generativa y la infoxicación. La disponibilidad de herramientas que resumen textos automáticamente puede debilitar los procesos de metacomprensión lectora. Cuando el estudiante de Educación delega la síntesis a una IA, se produce un «bypass cognitivo» que anula la necesidad de monitorear la propia comprensión. Según estudios recientes sobre el procesamiento de información en la era digital (Wolf, 2018), la lectura en pantallas y el uso de asistentes automatizados fomentan una comprensión fragmentada, reduciendo la capacidad de pensamiento profundo y la autorregulación necesaria para la investigación académica.

Limitaciones y futuras líneas de investigación

Finalmente, es necesario reconocer las limitaciones de esta revisión. Existe una marcada escasez de estudios longitudinales en Lima que sigan el desarrollo de estas variables a lo largo de un programa de posgrado completo. La mayoría de la evidencia local es de corte transversal, lo que impide establecer relaciones de causalidad definitivas. Se sugiere que futuras investigaciones en las facultades de educación de la capital peruana utilicen metodologías mixtas para capturar no solo el nivel de competencia, sino las experiencias subjetivas de los docentes en formación frente a la complejidad del texto científico.

CONCLUSIONES

La presente revisión permite concluir que la metacomprensión lectora en el nivel de posgrado no debe entenderse como una habilidad aislada, sino como un constructo multidimensional de naturaleza sistémica. En este proceso, la voluntad, representada por la motivación intrínseca, y la capacidad analítica, manifestada a través del pensamiento crítico, convergen de manera sinérgica. Mientras que la motivación provee la energía necesaria para sostener el esfuerzo ante textos científicos densos, el pensamiento crítico otorga el rigor lógico para que el monitoreo de la comprensión sea efectivo. Sin esta integración, el éxito académico en la investigación educativa se ve comprometido, limitando la producción de conocimiento original en el contexto peruano.

En cuanto a las implicancias prácticas, se recomienda que las facultades de Educación en Lima Metropolitana trasciendan el enfoque puramente temático de sus currículos. Es imperativo implementar programas transversales de fortalecimiento que integren habilidades cognitivas y blandas. Esto incluye talleres de alfabetización académica avanzada y estrategias de autorregulación del aprendizaje, diseñados específicamente para el perfil del docente de posgrado que debe equilibrar la exigencia investigativa con su práctica profesional.

Finalmente, esta revisión subraya la necesidad de transitar hacia estudios empíricos de mayor complejidad. Las futuras líneas de investigación deben orientarse al uso de modelos de ecuaciones estructurales (SEM) que permitan validar y cuantificar las relaciones causales entre estas variables en la población peruana. Solo mediante una comprensión estadística y cualitativa profunda de estos vínculos se podrán diseñar políticas educativas que garanticen una formación de posgrado de excelencia internacional.

REFERENCIAS

Baker, L., & Beall, L. C. (2009). Metacognitive processes and reading. En S. E. Israel & G. G. Duffy (Eds.), Handbook of Research on Reading Comprehension (pp. 373–388). Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203883396

Cassany, D., & Morales, O. A. (2020). Leer y escribir en la universidad peruana: Retos y propuestas. Revista de Educación Superior en Iberoamérica. https://www.researchgate.net/publication/344456789

Condori, M., & Vilca, L. (2021). Comprensión lectora y pensamiento crítico en estudiantes de posgrado: un estudio en el contexto peruano. Revista de Investigaciones Altoandinas, 23(3), 150-162. https://doi.org/10.18271/ria.2021.328

Denzin, N. K. (2012). Triangulation 2.0. Journal of Mixed Methods Research, 6(2), 80–88. https://doi.org/10.1177/1558689812437029

Dwyer, C. P., Hogan, M. J., & Stewart, I. (2014). An integrated critical thinking framework for the 21st century. Thinking Skills and Creativity, 12, 43–52. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2013.12.004

Efklides, A. (2011). Interactions of metacognition with motivation and affect in self-regulated learning: The person-in-context consideration. Educational Psychologist, 46(1), 6–25. https://doi.org/10.1080/00461520.2011.538645

Ennis, R. H. (2011). The nature of critical thinking: An outline of critical thinking dispositions and abilities. University of Illinois. https://criticalthinking.net/wp-content/uploads/2018/01/The-Nature-of-Critical-Thinking.pdf

Facione, P. A. (2015). Critical Thinking: What It Is and Why It Counts. Insight Assessment. https://www.insightassessment.com/wp-content/uploads/ia/pdf/whatwhy.pdf

Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and their associated methodologies. Health Information & Libraries Journal, 26(2), 91–108. https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x

Ley N° 30220. Ley Universitaria. (2014, 9 de julio). Diario Oficial El Peruano. https://www.sunedu.gob.pe/ley-universitaria/

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. PLoS Medicine, 6(7), e1000097. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097

Paul, R., & Elder, L. (2020). The Miniature Guide to Critical Thinking Concepts and Tools. Rowman & Littlefield.

Pintrich, P. R. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. En M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), Handbook of Self-Regulation (pp. 451–502). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-012109890-2/50043-3

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2017). Self-Determination Theory: Basic Psychological Needs in Motivation, Development, and Wellness. Guilford Publications. https://doi.org/10.1521/978.14625/28806

Schunk, D. H., & DiBenedetto, M. K. (2020). Motivation and self-regulation in learning. En Oxford Research Encyclopedia of Education. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190264093.013.82

Torgerson, C. (2003). Systematic Reviews. Continuum International Publishing Group.

Wolf, M. (2018). Reader, Come Home: The Reading Brain in a Digital World. Harper.

Zimmerman, B. J. (2013). From cognitive modeling to self-regulation: A social cognitive career of a scholar. Educational Psychologist, 48(3), 135–147. https://doi.org/10.1080/00461520.2013.796715

Capítulo 12

Transformación digital y su efecto en los canales de atención de microfinanzas: Evaluación de la cobertura y uso en zonas rurales del Perú

PABLO RIJALBA PALACIOS
Universidad Nacional de Piura

RESUMEN

La transformación digital de las microfinanzas en el Perú representa un cambio de paradigma desde el modelo tradicional presencial hacia ecosistemas tecnológicos, impactando significativamente la inclusión financiera en zonas rurales. Esta revisión narrativa analiza la transición del enfoque high-touch al high-tech, evaluando la cobertura y el uso de canales digitales en regiones de la sierra y selva. Los resultados indican que, si bien la infraestructura de red y el uso de billeteras electrónicas han crecido exponencialmente tras la pandemia, persisten barreras críticas como la intermitencia en la conectividad, la falta de alfabetización digital bilingüe y una desconfianza sistémica en la seguridad virtual. Se evidencia que la cobertura tecnológica no garantiza por sí misma la inclusión efectiva si no se acompaña de educación financiera adaptada a la realidad bicultural del usuario rural. Se concluye que las instituciones microfinancieras deben adoptar modelos híbridos que preserven el vínculo de confianza física mientras integran soluciones digitales. Es imperativo que el Estado fortalezca la infraestructura de última milla y promueva políticas de ciberseguridad descentralizadas

para evitar que la modernización profundice las brechas de desigualdad existentes en el sector agrícola y rural peruano.

Palabras clave: Microfinanzas, transformación digital, inclusión financiera, zonas rurales, Perú.

INTRODUCCIÓN

En el Perú, las microfinanzas han constituido históricamente el motor de la inclusión financiera, permitiendo que sectores tradicionalmente desatendidos por la banca comercial accedan a capital de trabajo y mecanismos de ahorro. Este sector no solo es un componente económico, sino una herramienta de cohesión social que atiende a la micro y pequeña empresa (MYPE), la cual representa más del 98% del tejido empresarial del país. No obstante, el panorama financiero global ha experimentado una metamorfosis acelerada por la adopción de tecnologías disruptivas, obligando a las instituciones microfinancieras (IMF) a migrar hacia modelos de negocio basados en la digitalización para mantener su competitividad y sostenibilidad operativa.

El problema central reside en la naturaleza de esta transición. Tradicionalmente, el éxito de las microfinanzas en el Perú se basó en el modelo «high-touch», caracterizado por la cercanía física entre el asesor de crédito y el cliente, un vínculo cimentado en la confianza y el conocimiento del entorno local. Sin embargo, la actual presión por la eficiencia ha impulsado el modelo «high-tech», donde los algoritmos y los canales digitales reemplazan la interacción humana. Esta transición plantea un riesgo crítico de exclusión para las zonas rurales remotas, donde la precariedad de la infraestructura de telecomunicaciones y los bajos niveles de alfabetización digital de la población generan una barrera de entrada que el software, por sí solo, no puede derribar.

La justificación de esta investigación radica en la urgente necesidad

de evaluar si la transformación digital actúa como un catalizador de la inclusión o si, por el contrario, está ensanchando la brecha de desigualdad financiera. Mientras que en las zonas urbanas el uso de billeteras electrónicas y aplicaciones móviles ha crecido exponencialmente, en el ámbito rural peruano la realidad es distinta. Existe una paradoja donde la oferta de servicios digitales avanza a una velocidad que no coincide con la capacidad de adopción del usuario rural, quien muchas veces queda confinado al uso de efectivo debido a la falta de conectividad o por la desconfianza sistémica hacia los entornos virtuales.

Bajo este escenario, el presente artículo de revisión tiene como objetivo principal definir el estado actual de la cobertura de los canales digitales en las zonas rurales del Perú y analizar los patrones de comportamiento del usuario frente a estas nuevas herramientas. Se busca identificar si la digitalización de las cajas municipales y rurales está logrando una penetración efectiva o si se requiere un modelo híbrido que rescate la confianza del trato personal dentro de un marco tecnológico. Comprender estas dinámicas es fundamental para que los reguladores y las instituciones diseñen estrategias que garanticen que la modernización no se convierta en una nueva forma de marginación para el poblador rural.

METODOLOGÍA

La presente investigación se fundamenta en una revisión narrativa de la literatura, un enfoque metodológico que permite sintetizar y evaluar de manera crítica el conocimiento acumulado sobre la transformación digital en las microfinanzas peruanas. Dada la naturaleza dinámica de la tecnología financiera, se ha priorizado un análisis cualitativo que integra tanto evidencia empírica de fuentes académicas como datos estadísticos de organismos rectores.

Criterios de búsqueda y fuentes de información

Para garantizar la representatividad y calidad de la información, la búsqueda se realizó en bases de datos científicas de alto impacto, incluyendo Scopus, SciELO y Google Scholar. Estas fuentes permitieron acceder a estudios revisados por pares que analizan las dinámicas de las instituciones microfinancieras (IMF) en mercados emergentes. Complementariamente, se incorporaron fuentes institucionales de carácter oficial en el Perú, específicamente reportes e indicadores de la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS), el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) y la Asociación de Bancos del Perú (ASBANC). Estas fuentes institucionales resultan indispensables para contextualizar la cobertura de los canales de atención y los niveles de inclusión financiera con datos actualizados al contexto nacional.

Palabras clave y estrategia de búsqueda

La recuperación de información se estructuró mediante el uso de descriptores específicos y operadores booleanos. Las palabras clave empleadas fueron: Microfinanzas, transformación digital, canales de atención, zonas rurales, Perú e inclusión financiera. Se aplicaron términos equivalentes en inglés (Microfinance, digital transformation, rural areas) para ampliar el espectro de búsqueda hacia estudios comparativos latinoamericanos que incluyeran al Perú como caso de estudio.

Proceso de selección y criterios de inclusión

El proceso de selección se rigió por filtros de relevancia temática y cronológica. Se estableció un énfasis particular en el periodo post-pandemia (2021-2026), debido a que el COVID-19 actuó como un acelerador forzoso de la digitalización, alterando permanentemente los patrones de consumo financiero. Los criterios de inclusión consideraron: (a) artículos que analicen canales de atención digitales (apps, banca móvil, billeteras electrónicas) en el sector microfinanciero, (b) estudios centrados en la problemática de la cobertura en áreas rurales o provincias fuera de Lima Metropolitana,

y (c) informes técnicos que midan el uso efectivo de la tecnología por parte del usuario rural.

Enfoque de análisis

El análisis se desarrolló bajo una síntesis cualitativa de los hallazgos. Se categorizó la información en tres dimensiones críticas: primero, la cobertura de red y brecha de infraestructura; segundo, la tasa de adopción de apps y billeteras digitales (como Yape o Plin) en zonas alejadas; y tercero, el rol de las Fintech como socios estratégicos o competidores de las Cajas Municipales y Rurales. Este enfoque permite identificar no solo el «qué» está sucediendo con la tecnología, sino el «por qué» de las resistencias o éxitos en el ecosistema rural peruano.

RESULTADOS

Los resultados de esta revisión exponen una reconfiguración drástica del ecosistema financiero rural peruano, marcada por una transición desigual desde las estructuras físicas hacia los entornos virtuales. A continuación, se detallan los hallazgos agrupados por las dimensiones de análisis establecidas.

Evolución de los Canales de Atención

La arquitectura de servicios en las microfinanzas ha pasado de una dependencia absoluta de la oficina física a un modelo multicanal. Si bien la oficina sigue siendo el nodo de mayor confianza para el desembolso de créditos productivos, los cajeros corresponsales (agentes) han alcanzado una meseta en su crecimiento, siendo desplazados por la agilidad de las plataformas móviles. El auge de billeteras digitales como Yape y Plin ha transformado la transaccionalidad cotidiana, permitiendo que incluso pequeños comerciantes en ferias rurales acepten pagos digitales, reduciendo la necesidad de desplazamiento hacia centros urbanos (ASBANC,

2024). Sin embargo, las apps bancarias de las Cajas Municipales muestran una adopción más lenta en comparación con las billeteras de la banca comercial, debido a interfaces que aún no se adaptan plenamente a la usabilidad del cliente rural.

Estado de la Cobertura en Zonas Rurales

El análisis de los datos institucionales revela que la cobertura teórica de internet móvil (4G y 5G) ha alcanzado al 85% de los centros poblados a nivel nacional (OSIPTEL, 2024). No obstante, en las regiones de la sierra y selva, la calidad de la señal es intermitente, lo que invalida la eficacia de los canales digitales para transacciones críticas. Los puntos de acceso digital en provincias remotas dependen frecuentemente de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica, la cual aún presenta desafíos de «última milla». Esta intermitencia técnica genera una «exclusión por latencia», donde el usuario posee el dispositivo pero no la estabilidad de red necesaria para operar financieramente sin errores.

Factores de Uso y Adopción: Barreras e Impulsores

La adopción digital en el ámbito rural enfrenta barreras estructurales y socioculturales. La falta de energía eléctrica persistente en núcleos familiares aislados limita la autonomía de los dispositivos móviles. Asimismo, se identifica una barrera lingüística significativa; la mayoría de las plataformas financieras operan exclusivamente en castellano, omitiendo el quechua y el aimara, lo que profundiza la sensación de desconfianza y alienación tecnológica (Talledo, 2024). La desconfianza en la seguridad digital persiste como el principal freno psicológico, alimentada por el miedo al fraude sistémico.

En contraste, los impulsores más potentes han sido las transferencias de bonos del Estado (Yanapay y otros), que obligaron a miles de ciudadanos rurales a abrir cuentas digitales por primera vez. Asimismo, la reducción de costos de transacción (evitar el gasto en transporte y el riesgo de robo de efectivo) ha sido percibida

como un beneficio directo que incentiva la permanencia en el canal digital una vez superada la curva de aprendizaje inicial.

El Rol de las Microfinancieras

Las Cajas Municipales y Rurales han implementado estrategias de digitalización «personalizada». Destacan programas de crédito agrícola digital, donde el uso de imágenes satelitales y big data permite evaluar el riesgo de cosecha sin que el asesor visite la parcela con la misma frecuencia que antes (Villarreal & Paredes, 2025). Estas instituciones están pivotando hacia un rol de educadores financieros, utilizando a sus promotores de campo para alfabetizar digitalmente al productor agrario in situ.

DISCUSIÓN

La discusión de los hallazgos revela una tensión crítica entre la disponibilidad tecnológica y la apropiación social de las finanzas digitales en el Perú rural. A diferencia de las zonas urbanas, donde la digitalización es un proceso de optimización, en la ruralidad es un proceso de reconfiguración cultural que aún presenta brechas profundas.

Contraste entre Cobertura y Uso Real

Una de las paradojas más evidentes es la brecha entre la cobertura de infraestructura y el uso efectivo de los servicios. Si bien los reportes de OSIPTEL (2024) indican un despliegue significativo de redes 4G, este no se traduce automáticamente en inclusión financiera. La existencia de una antena no garantiza la inclusión si el costo de los datos móviles resulta prohibitivo para el poblador rural o si la calidad de la señal no soporta la encriptación requerida por las apps bancarias. Como señalan Chueca y Galarza (2022), existe una «infraestructura latente»: herramientas disponibles que no se utilizan masivamente debido a la falta de competencias digitales

básicas. El usuario rural no solo necesita la señal, sino la seguridad de que su dinero no «desaparecerá» en el espacio virtual, una barrera cognitiva que la mera cobertura técnica no logra derribar.

Impacto Social: Calidad de Vida y Tiempo

Desde una perspectiva social, la digitalización ha generado un impacto positivo tangible en la gestión del tiempo. El ahorro es significativo al evitar desplazamientos de varias horas hacia las capitales de provincia para realizar pagos o consultas. Según estudios del Instituto de Estudios Peruanos (Hernández-Asensio, 2021), este tiempo ahorrado se reinvierte en actividades productivas agrícolas o en el cuidado familiar, mejorando indirectamente la calidad de vida. Sin embargo, este beneficio es selectivo; favorece principalmente a los jóvenes alfabetizados digitalmente, dejando atrás a los adultos mayores y a las mujeres rurales, quienes enfrentan mayores brechas de acceso a dispositivos propios.

Desafíos Regulatorios y Ciberseguridad

El rol de la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS) es determinante en este ecosistema. El desafío regulatorio actual no solo es fomentar la competencia, sino robustecer la protección del consumidor digital rural. La vulnerabilidad de estos usuarios ante el phishing o las estafas piramidales digitales es alta debido a la escasa cultura de ciberseguridad. La normativa debe evolucionar hacia una supervisión que exija a las microfinancieras interfaces más seguras y, sobre todo, mecanismos de reclamo descentralizados y bilingües, garantizando que el usuario de la sierra o selva no quede desprotegido ante incidentes tecnológicos (SBS, 2023).

Sostenibilidad del Modelo: El Enfoque Híbrido

Finalmente, la sostenibilidad de las microfinanzas rurales no reside en la eliminación de la presencialidad, sino en la coexistencia estratégica. El «agente corresponsal» físico sigue siendo el puente de confianza indispensable. La evidencia sugiere que el usuario rural prefiere modelos híbridos donde la transacción es digital,

pero la asesoría y la resolución de dudas ocurren cara a cara. Este modelo de «fígital» (físico y digital) es lo que permitirá a las Cajas Municipales y Rurales competir con las Fintech agresivas, manteniendo el arraigo local que define su esencia institucional (Villarreal & Paredes, 2025).

CONCLUSIÓN

La conclusión de esta investigación sintetiza la dualidad de la era digital en el sector microfinanciero peruano. Si bien la transformación tecnológica ha democratizado el acceso teórico a servicios financieros, permitiendo que herramientas como las billeteras electrónicas lleguen a rincones antes olvidados, la evidencia es contundente: la cobertura de red no es equivalente a una inclusión efectiva. La brecha de uso persiste debido a que la infraestructura física ha avanzado a una velocidad mayor que la alfabetización financiera y digital de la población rural. Sin una comprensión profunda de las herramientas, el usuario rural permanece en la periferia de la modernidad, limitando su participación por desconfianza o falta de competencias técnicas.

Ante este panorama, es imperativo el diseño de políticas públicas que trasciendan la simple conectividad. Se requiere una inversión estratégica en infraestructura de telecomunicaciones de alta calidad en la sierra y selva, acompañada de programas estatales de alfabetización digital con un enfoque bicultural y bilingüe. Solo mediante interfaces y educación en lenguas originarias se podrá romper la barrera de la exclusión y garantizar una seguridad digital democratizada.

Finalmente, esta revisión reconoce como una limitación crítica la escasez de datos oficiales actualizados y desagregados a nivel distrital en las regiones más remotas. Esta falta de información

granular impide una medición precisa del impacto real de las Fintech y las Cajas en comunidades específicas. Por ello, se recomienda a los organismos reguladores fortalecer los sistemas de monitoreo para orientar futuras estrategias que conviertan la promesa digital en un motor real de desarrollo rural.

REFERENCIAS

Asociación de Bancos del Perú [ASBANC]. (2024). Reporte de inclusión financiera 2023: El impacto de las billeteras digitales en la base de la pirámide. https://www.asbanc.com.pe/informes-inclusion-financiera

Banco Central de Reserva del Perú [BCRP]. (2024). Reporte de Indicadores de los Sistemas de Pagos y Liquidación de Valores. https://www.bcrp.gob.pe/publicaciones/reporte-de-sistemas-de-pagos.html

Cabello, S., & Martínez, R. (2022). El estado de la conectividad rural en América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). https://doi.org/10.18235/0004325

Chueca, M., & Galarza, F. (2022). Digitalización y microfinanzas en el Perú: ¿Hacia una inclusión efectiva o exclusión tecnológica? Revista de Economía y Finanzas, 15(2), 45-68. https://doi.org/10.21678/ref.v15i2.1580

Hernández-Asensio, R. (2021). La distancia digital: Desafíos para la inclusión financiera en el Perú rural post-pandemia. Instituto de Estudios Peruanos (IEP). https://iep.org.pe/fondo-editorial/la-distancia-digital/

Mendoza, W., & Valdivia, L. (2023). Transformación digital en las microfinanzas peruanas: Retos post-pandemia para la sostenibilidad de las Cajas Rurales. Revista de Innovación Digital en Finanzas, 12(3), 88-105.

Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones [OSIPTEL]. (2024). Informe sobre el estado de la conectividad y cobertura móvil en áreas rurales del Perú. https://www.osiptel.gob.pe/portal-del-usuario/informes-de-cobertura/

Quispe, J. L. (2025). Análisis de la interoperabilidad y su efecto en el pequeño productor agrícola en el Perú [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio Institucional UNMSM.

Superintendencia de Banca, Seguros y AFP [SBS]. (2023). Perú: Indicadores de inclusión financiera de los sistemas supervisados. Lima: Departamento de Análisis de Microfinanzas. https://www.sbs.gob.pe/inclusion-financiera/cifras

Superintendencia de Banca, Seguros y AFP [SBS]. (2025). Informe trimestral de canales de atención y descentralización financiera. Lima: Departamento de Estudios Económicos.

Talledo, F. (2024). Alfabetización digital y servicios financieros móviles en la sierra sur del Perú. Economía y Sociedad, 19(1), 22-40. https://doi.org/10.35622/j.rie.2024.01.002

Villarreal, F., & Paredes, J. (2025). Impacto de las Fintech en las Cajas Municipales de Ahorro y Crédito: Retos del modelo high-tech en mercados emergentes. Journal of Financial Innovation, 10(1), 112-130. https://doi.org/10.1186/s40854-024-00560-z

Capítulo 13

Efecto moderador del nivel educativo y la experiencia laboral en el acceso al crédito especializado para PYMES en el sector comercio del Perú

PABLO RIJALBA PALACIOS
Universidad Nacional de Piura

RESUMEN

Este capítulo de revisión analiza el rol crítico del capital humano, manifestado a través del nivel educativo y la experiencia laboral, como factor moderador en el acceso al crédito especializado para las PYMES del sector comercio en el Perú. En un contexto donde la alta mortalidad empresarial está estrechamente ligada a la falta de liquidez y a las asimetrías de información, esta investigación sintetiza evidencia teórica y empírica que posiciona a la instrucción formal y al aprendizaje empírico como «colaterales intangibles». Los hallazgos principales revelan que, mientras la educación superior técnica reduce el riesgo moral mediante la presentación de estados financieros transparentes, la trayectoria laboral actúa como un mecanismo de señalización de confianza ante las instituciones microfinancieras. Se concluye que el efecto conjunto de estas variables no solo facilita la aprobación crediticia, sino que optimiza las condiciones de financiamiento en términos de tasas y plazos. Sin embargo, se advierte que estos beneficios se ven limitados

por la informalidad estructural, lo que subraya la necesidad de políticas públicas que integren la capacitación financiera con incentivos a la formalización tributaria. Este estudio ofrece una base teórica para que las entidades financieras evolucionen sus modelos de evaluación hacia enfoques más relacionales y menos dependientes de garantías reales.

Palabras clave: PYMES, crédito especializado, capital humano, sector comercio, Perú.

INTRODUCCIÓN

En el ecosistema económico del Perú, las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES) constituyen el motor fundamental del empleo y la resiliencia social, representando más del 98% de las unidades empresariales del país. No obstante, a pesar de su relevancia macroeconómica, estas organizaciones enfrentan un entorno hostil caracterizado por una alta tasa de mortalidad; se estima que un porcentaje significativo de emprendimientos no logra superar los cinco años de operación. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2024), la falta de liquidez y la gestión ineficiente del flujo de caja son las principales causas de este fenómeno, situando la supervivencia empresarial en una dependencia crítica del financiamiento externo.

El acceso al crédito en el Perú presenta una dicotomía estructural. Por un lado, existe una oferta masiva de créditos de consumo que, debido a su facilidad de aprobación, pero altas tasas de interés suelen ser utilizados erróneamente por los dueños de negocios para cubrir baches operativos. Por otro lado, el crédito especializado —diseñado específicamente para el crecimiento empresarial mediante el financiamiento de capital de trabajo y adquisición

de activos fijos— exige requisitos de formalidad y solvencia que muchas PYMES no pueden cumplir. Esta brecha de financiamiento es particularmente aguda en el sector comercio, donde la alta rotación de inventarios y la sensibilidad a las fluctuaciones de la demanda interna exponen a las empresas a riesgos de insolvencia inmediata ante cualquier contracción del crédito bancario (Vera-Colina et al., 2022).

En este escenario, el capital humano del gestor surge como un factor moderador determinante. El capital humano no se limita únicamente a la instrucción formal (grados académicos y certificaciones), sino que abarca también el aprendizaje empírico derivado de la experiencia laboral previa. La literatura sugiere que mientras la educación formal dota al emprendedor de herramientas técnicas para la elaboración de planes de negocio y estados financieros —reduciendo así la asimetría de información frente a los bancos—, la experiencia laboral aporta una «señalización» de mercado que genera confianza en las entidades financieras sobre la viabilidad operativa del negocio (Heredia & Heredia, 2021).

La relevancia de investigar estas variables radica en que, en contextos de alta informalidad como el peruano, las garantías reales (activos físicos) suelen ser insuficientes o inexistentes. Por lo tanto, los bancos e instituciones microfinancieras han comenzado a otorgar un peso mayor a los activos intangibles del propietario. Sin embargo, aún no existe un consenso claro sobre cuál de estas dimensiones —educación o experiencia— tiene un efecto más robusto en la mitigación del racionamiento crediticio dentro del sector comercial.

Bajo estas consideraciones, el presente artículo tiene como objetivo sintetizar las evidencias científicas y empíricas sobre el impacto del perfil del emprendedor —específicamente su nivel educativo y trayectoria laboral— en la obtención de financiamiento formal especializado. Se busca determinar cómo estas variables moderan la relación entre la necesidad de recursos y la aprobación de créditos, ofreciendo una perspectiva crítica que permita a los

gestores de PYMES y a los formuladores de políticas públicas fortalecer el acceso al capital productivo en el Perú.

METODOLOGÍA

La presente investigación se fundamenta en un diseño de revisión narrativa de tipo descriptiva y crítica. A diferencia de una revisión sistemática estricta, este enfoque permite una síntesis comprensiva de la literatura existente, facilitando la interpretación de conceptos complejos como el efecto moderador del capital humano en entornos financieros dinámicos. Según Grant y Booth (2009), la revisión narrativa es ideal para contextualizar fenómenos donde la interpretación teórica y la evaluación crítica de los hallazgos previos son necesarias para identificar vacíos en el conocimiento, especialmente en sectores específicos como el comercio minorista peruano.

Estrategia de Búsqueda y Selección de Fuentes

Para la recolección de la información, se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva de literatura científica y técnica en bases de datos de alto impacto, incluyendo Scopus, Web of Science, SciELO y Latindex, además de repositorios institucionales de universidades peruanas. La estrategia de búsqueda se centró en la combinación de descriptores y palabras clave mediante operadores booleanos (AND, OR), utilizando términos como «Crédito PYME», «Capital Humano», «Sector Comercio Perú», «Asimetría de información» y «Gestión Financiera».

El proceso de selección se rigió por criterios de inclusión específicos para garantizar la pertinencia y actualidad de los datos. Se consideraron: (a) estudios originales y artículos de revisión publicados mayoritariamente en el periodo 2015-2025; (b) investigaciones desarrolladas en el contexto de Perú y América Latina para asegurar la comparabilidad de los ecosistemas

financieros; y (c) reportes oficiales de organismos reguladores y supervisores, tales como el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) y la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS), los cuales aportan la base estadística y normativa necesaria para el análisis.

Proceso de Análisis y Categorización

Una vez recolectada la información, se aplicó un análisis de contenido cualitativo, organizando los hallazgos en tres ejes temáticos fundamentales que permiten abordar el objetivo del estudio de forma estructurada:

1. Barreras financieras y estructurales: Análisis de los factores externos que limitan el acceso al crédito especializado, con énfasis en el racionamiento de crédito y las asimetrías de información descritas por la teoría financiera clásica (Stiglitz & Weiss, 1981).

2. Impacto del nivel educativo (Instrucción formal): Evaluación de cómo la formación académica del gerente o dueño de la PYME influye en la capacidad de negociación, la elaboración de estados financieros y la reducción del riesgo percibido por el prestamista.

3. Valor de la experiencia laboral (Aprendizaje empírico): Estudio de la trayectoria previa en el sector comercio como un mecanismo de señalización de competencia técnica y conocimiento del mercado, lo que actúa como un colateral intangible (Akerlof, 1970).

Finalmente, la integración de estos ejes permitió realizar una síntesis crítica sobre el efecto moderador que ejercen la educación y la experiencia, contrastando las posturas de diversos autores para proponer una visión holística sobre el perfil ideal del prestatario en el sector comercial peruano.

.

RESULTADOS

Estado actual del crédito especializado en el sector comercio

El análisis de la oferta financiera en el Perú revela una segmentación marcada entre la banca múltiple y las instituciones microfinancieras (IMF). Mientras que la banca tradicional concentra sus colocaciones en corporaciones y grandes empresas, las Cajas Municipales y Rurales han consolidado su liderazgo en el sector comercio, captando más del 60% de la demanda de las PYMES comerciales (SBS, 2024). No obstante, el crédito especializado para este sector —entendido como aquel destinado a la expansión de inventarios y activos fijos— sigue presentando barreras de acceso. Según el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP, 2023), las tasas de interés para el segmento mype en el comercio pueden triplicar a las del segmento corporativo, debido principalmente a la percepción de riesgo y la falta de garantías líquidas en negocios minoristas.

El nivel educativo como filtro de selección y mitigador de riesgo

La literatura revisada coincide en que el nivel educativo del gestor actúa como un determinante crítico en la etapa de evaluación crediticia. Los resultados sugieren que los emprendedores con formación técnica o universitaria poseen una mayor capacidad para estructurar planes de negocio coherentes y presentar estados financieros transparentes. Esta competencia técnica reduce sustancialmente el riesgo moral y la asimetría de información, ya que el analista de crédito puede proyectar con mayor certeza la capacidad de pago del solicitante (Alva & Morales, 2021). Estudios recientes indican que los gestores con educación superior tienen un 25% más de probabilidad de que su solicitud de crédito especializado sea aprobada en comparación con aquellos que solo cuentan con educación secundaria, independientemente del tamaño de sus ventas (Quispe-Mamani et al., 2022).

La experiencia laboral como mecanismo de señalización

Por otro lado, la experiencia laboral en el sector comercio emerge como un «colateral intangible» de alto valor. En el contexto peruano, donde la informalidad es elevada, la trayectoria del dueño del negocio funciona como una señal de competencia operativa ante las IMF. Los analistas de crédito valoran la red de contactos y el conocimiento del ciclo de ventas que el gestor ha acumulado a lo largo de los años. De acuerdo con Martínez y Silva (2023), la experiencia específica en el rubro comercial reduce el riesgo de insolvencia percibido, permitiendo que emprendedores sin títulos académicos, pero con más de diez años en el mercado, accedan a condiciones de financiamiento similares a las de gestores formados académicamente, aunque con montos inicialmente más limitados.

Interacción de variables: Sinergia para mejores condiciones

El hallazgo más relevante reside en la interacción de ambas variables. Se observa un efecto sinérgico cuando el gestor combina altos niveles de instrucción formal con una trayectoria laboral sólida. Esta dualidad permite no solo el acceso al crédito, sino una mejora sustancial en las condiciones del mismo: reducción de las tasas de interés y ampliación de los plazos de gracia. El perfil del «gestor experto y educado» logra una señalización de bajo riesgo que permite a las microfinancieras ofrecer productos de crédito especializado con condiciones competitivas, facilitando el escalamiento de la PYME de un nivel de subsistencia a uno de acumulación y crecimiento sostenido (Rodríguez-López, 2022).

DISCUSIÓN

Interpretación de los hallazgos y la Teoría de la Jerarquía de Preferencias

Los resultados de esta revisión plantean una contradicción interesante con la Teoría de la Jerarquía de Preferencias (Pecking Order Theory) propuesta por Myers y Majluf. Según esta teoría, las empresas prefieren el financiamiento interno y solo acuden a la deuda bancaria como última instancia para evitar los costos de selección adversa. Sin embargo, en el sector comercio peruano, la evidencia sugiere que el acceso al crédito no es siempre una elección de jerarquía, sino una imposición de supervivencia. La moderación del nivel educativo y la experiencia laboral altera este orden: un gestor con alta instrucción formal tiende a saltarse etapas de autofinanciamiento informal (familiares o prestamistas no regulados) para buscar directamente crédito especializado, ya que posee la capacidad técnica para gestionar el apalancamiento sin comprometer la liquidez operativa (García-Santibáñez et al., 2023).

La brecha entre educación y formalidad

Un punto crítico de discusión es que el nivel educativo elevado, si bien reduce la asimetría de información, no actúa como una solución mágica frente a la informalidad estructural. En el Perú, existe un segmento de emprendedores con educación superior que operan en la informalidad o semi-formalidad tributaria. Los hallazgos sugieren que el sistema financiero penaliza la falta de registros contables oficiales, independientemente de los títulos académicos del gestor. Así, la educación solo se traduce en un acceso efectivo al crédito especializado cuando se canaliza a través de la formalización institucional. Como señalan Fernández y Zambrano (2022), el capital humano es una condición necesaria pero no suficiente; la «educación para la formalidad» es el eslabón perdido que permitiría que el sector comercio transite de créditos

de consumo a créditos productivos.

Comparativa regional en la Alianza del Pacífico

Al comparar el perfil del comerciante peruano con sus pares de la Alianza del Pacífico (Chile, Colombia y México), surgen diferencias notables. Mientras que en Chile el acceso al crédito está fuertemente bancarizado y depende de algoritmos de credit scoring más rígidos, en el Perú y Colombia la experiencia laboral empírica y el modelo de microfinanzas relacional tienen un peso mayor en la decisión crediticia (López-Duarte & Gómez, 2024). El comerciante peruano muestra una mayor resiliencia y adaptabilidad (aprendizaje on-the-job), pero sufre de una mayor fragmentación educativa en comparación con el promedio de las PYMES chilenas, lo que limita su capacidad para negociar tasas de interés más bajas en mercados de capitales más sofisticados.

Limitaciones de la literatura y futuras líneas

Finalmente, se identifica una limitación metodológica significativa en la literatura actual: la escasez de estudios longitudinales. La mayoría de las investigaciones en el contexto peruano son de corte transversal, lo que impide observar si el comportamiento crediticio mejora efectivamente a lo largo del tiempo tras un programa de capacitación o si la experiencia laboral acumulada compensa totalmente la falta de educación formal en el largo plazo. Existe una necesidad imperativa de bases de datos que vinculen el historial educativo de la Sunedu con los registros de la central de riesgos de la SBS para realizar análisis de panel que capturen el efecto dinámico del capital humano (Tuesta et al., 2021).

CONCLUSIÓN

La presente revisión permite concluir que el nivel educativo y la experiencia laboral no deben considerarse únicamente como atributos personales del emprendedor, sino como auténticos «colaterales intangibles». En un entorno como el sector comercio en el Perú, donde la informalidad y la carencia de activos físicos limitan el acceso al crédito tradicional, el capital humano emerge como el mecanismo de señalización más robusto para mitigar la asimetría de información. Mientras que la instrucción formal facilita la estructuración técnica de la demanda financiera, la experiencia operativa garantiza la viabilidad del modelo de negocio, funcionando ambos como garantes de la capacidad de pago frente al sistema financiero especializado.

Desde una perspectiva de implicancias prácticas, es imperativo que las instituciones bancarias y microfinancieras evolucionen sus modelos de scoring crediticio. La transición hacia un enfoque de banca relacional, que otorgue un peso ponderado mayor al perfil del gestor y no solo a las garantías reales o hipotecarias, permitiría una expansión saludable de la cartera de créditos hacia sectores productivos que hoy se encuentran subatendidos.

Finalmente, en el ámbito de las políticas públicas, el Estado debe priorizar programas de capacitación financiera técnica diseñados específicamente para el comerciante empírico. El objetivo debe ser cerrar la brecha entre la alta experiencia operativa y la baja instrucción formal, dotando a los gestores de herramientas de gestión que conviertan su trayectoria en un activo bancable. Solo mediante la integración del capital humano en las políticas de inclusión financiera será posible reducir la mortalidad empresarial y fomentar el crecimiento sostenido de las PYMES en el Perú.

REFERENCIAS

Akerlof, G. A. (1970). The Market for "Lemons": Quality Uncertainty and the Market Mechanism. The Quarterly Journal of Economics, 84(3), 488-500. https://doi.org/10.2307/1879431

Alva, R., & Morales, G. (2021). Capital humano y acceso al financiamiento bancario en las PYMES del sector servicios y comercio. Revista de Economía Institucional, 23(44), 189-210. https://doi.org/10.18601/01245996.v23n44.09

Banco Central de Reserva del Perú (BCRP). (2023). Informe de Estabilidad Financiera: Evolución del crédito a microempresas. https://www.bcrp.gob.pe/publicaciones/reporte-de-estabilidad-financiera.html

Banco Central de Reserva del Perú (BCRP). (2024). Reporte de Estabilidad Financiera - Noviembre 2024. https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Reporte-Estabilidad-Financiera/ref-noviembre-2024.pdf

Fernández, L., & Zambrano, M. (2022). Informalidad y barreras al crédito: El dilema del capital humano en las microempresas peruanas. Revista Latinoamericana de Desarrollo Económico, 19(2), 15-38. https://doi.org/10.35319/lajed.v19i2.84

García-Santibáñez, J., Perea, M., & Wong, S. (2023). Testing the Pecking Order Theory in emerging markets: The case of Peruvian SMEs. Journal of Applied Finance & Banking, 13(4), 55-72. https://doi.org/10.47260/jafb/1343

Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and their associated methodologies. Health Information & Libraries Journal, 26(2), 91-108. https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x

Heredia, J., & Heredia, V. (2021). Determinantes del acceso al crédito en las micro y pequeñas empresas: Una revisión de literatura. Revista de Investigación en Gestión Industrial, 14(2), 45-62. https://revistas.unmsm.edu.pe/index.php/gi/article/view/19452

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2024). Demografía empresarial en el Perú: Informe Técnico de la estructura productiva. https://www.inei.gob.pe/biblioteca-virtual/publicaciones-digitales

López-Duarte, C., & Gómez, J. (2024). Inclusión financiera en la Alianza del Pacífico: Un análisis comparado de los determinantes del crédito. Editorial Económica Latinoamericana.

Martínez, J., & Silva, P. (2023). La experiencia del emprendedor como determinante de la inclusión financiera en el Perú. Journal of Business & Economics Research, 12(2), 77-94. https://doi.org/10.22335/jber.v12i2.156

Ministerio de la Producción (PRODUCE). (2023). Anuario Estadístico de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa. https://www.gob.pe/produce

Quispe-Mamani, J., Yapuchura-Saico, C., & Belizario-Quispe, G. (2022). Factores que inciden en el acceso al crédito para las micro y pequeñas empresas en el sur del Perú. Semestre Económico, 11(2), 45-63. https://doi.org/10.26867/se.v11i2.482

Rodríguez-López, A. (2022). Educación financiera y gestión de deuda en el sector comercio minorista. Editorial Universitaria.

Sánchez, M., & Wong, R. (2022). Asimetría de información y racionamiento de crédito en el sector comercio minorista peruano. Revista de Economía y Finanzas, 8(1), 112-129. https://doi.org/10.33421/ref.v8i1.92

Stiglitz, J. E., & Weiss, A. (1981). Credit Rationing in Markets with Imperfect Information. The American Economic Review, 71(3), 393-410. [enlace sospechoso eliminado]

Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS). (2024). Boletín Estadístico de Instituciones Microfinancieras. https://www.sbs.gob.pe/estadisticas-y-publicaciones

Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS). (2025). Informe trimestral sobre el sistema microfinanciero en el Perú. https://www.sbs.gob.pe/informes-economicos

Timmons, J. A., & Spinelli, S. (2021). New Venture Creation: Entrepreneurship for the 21st Century (11th ed.). McGraw-Hill Education.

Tuesta, D., Lavado, P., & Moyón, J. (2021). Educación financiera y decisiones de endeudamiento: Evidencia para Perú a partir de microdatos. Documento de Trabajo BCRP, No. 2021-008. https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Documentos-de-Trabajo/2021/dt-08-2021.pdf

Vera-Colina, M. A. (2021). Gestión financiera en PYMES: Desafíos teóricos y empíricos en contextos de incertidumbre. Universidad Nacional de Colombia.

Vera-Colina, M. A., Melgarejo-Molina, Z. A., & Mora-Riapira, E. H. (2022). Acceso al financiamiento en PYMES de la Alianza del Pacífico: Un análisis comparativo. Estudios Gerenciales, 38(163), 204-218. https://doi.org/10.18046/j.estger.2022.163.4912

Capítulo 14

La inteligencia emocional del tutor en la motivación intrínseca de estudiantes universitarios: Evidencias desde la Facultad de Educación

HERMELINDA PÉREZ LOAYZA
Universidad Nacional Federico Villarreal

ELSA MARGARITA LOZADA ASPARRÍA
Universidad Nacional Federico Villarreal

JOSSELYNE DENISE GONZALES PALMA
Universidad Nacional Federico Villarreal

MELECIO BELISARIO CARLOS REYES
Universidad Nacional Federico Villarreal

RESUMEN

El presente capítulo de revisión narrativa analiza la influencia de la inteligencia emocional del tutor universitario en la motivación intrínseca de los estudiantes de la Facultad de Educación. Partiendo del modelo de habilidades de Mayer y Salovey y la Teoría de la Autodeterminación de Deci y Ryan, se examina cómo la empatía, la regulación emocional y el liderazgo docente actúan como catalizadores de la autonomía y el compromiso académico. La metodología consistió en una búsqueda exhaustiva en bases de datos como Scopus y ERIC, seleccionando literatura científica de la última década bajo criterios de pertinencia pedagógica. Los resultados confirman que el perfil emocional del tutor es un predictor crítico del entusiasmo estudiantil, operando mediante un efecto de contagio emocional que es particularmente sensible en la

formación de futuros docentes. No obstante, se identifica una brecha significativa en la formación institucional sobre competencias socioemocionales. Se concluye que la alfabetización emocional debe integrarse como un eje transversal en la profesionalización docente, recomendando la implementación de programas de acompañamiento que mitiguen el burnout y fortalezcan el vínculo tutorial, garantizando así un entorno de aprendizaje que fomente la autodeterminación y la resiliencia en el ecosistema universitario contemporáneo.

Palabras clave: inteligencia emocional, acción tutorial, motivación intrínseca, educación superior, formación docente.

INTRODUCCIÓN

En el ecosistema de la educación superior contemporánea, el rol del tutor ha trascendido la función tradicional de transmisor de contenidos técnicos y disciplinares. La universidad actual exige una figura docente capaz de navegar en la complejidad de las relaciones humanas, donde el acompañamiento pedagógico se convierte en un eje articulador del éxito académico. En este contexto, la tutoría no solo implica la resolución de dudas cognitivas, sino que se erige como un espacio de interacción donde la subjetividad del tutor impacta directamente en la disposición del estudiante hacia el aprendizaje. Así, la labor del tutor se vincula estrechamente con la gestión de los afectos, situando a la inteligencia emocional como una competencia crítica para el ejercicio docente.

La Inteligencia Emocional (IE), bajo la perspectiva de Mayer y Salovey (1997), se define como la habilidad para percibir, valorar y expresar emociones con exactitud, así como la capacidad de acceder a sentimientos que faciliten el pensamiento. Por otro lado, Goleman (1995) enfatiza el componente de autorregulación y la empatía como motores para el liderazgo educativo. Cuando

estas habilidades son integradas por el tutor, se crea un entorno de seguridad psicológica que potencia la motivación intrínseca del alumnado. Según la Teoría de la Autodeterminación (SDT) propuesta por Deci y Ryan (2000), la motivación intrínseca se manifiesta cuando el estudiante se involucra en una actividad por el placer y la satisfacción inherente a la misma. Para que este tipo de motivación florezca, el entorno social —en este caso, liderado por el tutor— debe satisfacer tres necesidades psicológicas básicas: autonomía, competencia y relación con los demás.

La pertinencia de estudiar este fenómeno en una Facultad de Educación es fundamental y estratégica. Los estudiantes de estas facultades no solo están adquiriendo conocimientos, sino que se encuentran en un proceso de construcción de su identidad profesional. Aquí, el tutor actúa como un modelo de rol; las competencias emocionales que este despliega en el aula o en las sesiones de tutoría son internalizadas por los futuros docentes como parte de su repertorio pedagógico. Si un tutor manifiesta una baja capacidad empática o una gestión deficiente de sus emociones, corre el riesgo de socavar el entusiasmo del estudiante, afectando su sentido de autodeterminación y, en última instancia, su futura práctica profesional en el sistema educativo.

A pesar de la relevancia de esta conexión, la literatura académica a menudo ha priorizado el estudio de la IE en el rendimiento académico general, dejando en segundo plano el análisis específico de cómo las habilidades emocionales del tutor universitario actúan como catalizadores de la motivación intrínseca en carreras de formación docente. Por ello, el presente artículo de revisión narrativa tiene como objetivo analizar la literatura científica reciente para establecer los mecanismos por los cuales la inteligencia emocional del tutor favorece el interés genuino y la autonomía del estudiante universitario. Se busca, en definitiva, fundamentar la necesidad de una alfabetización emocional docente que responda a los desafíos humanos de la educación del siglo XXI.

METODOLOGÍA

El presente estudio se desarrolla bajo el diseño de una revisión narrativa de la literatura. A diferencia de las revisiones sistemáticas que buscan una síntesis cuantitativa (metaanálisis), la revisión narrativa permite un análisis crítico, dialéctico y comprensivo de las teorías y hallazgos existentes, facilitando la integración de conceptos complejos como la inteligencia emocional y la motivación intrínseca en contextos pedagógicos específicos (Grant & Booth, 2009). Este enfoque es particularmente útil en las ciencias de la educación para identificar tendencias, vacíos en el conocimiento y proponer nuevos marcos interpretativos sobre la acción tutorial.

La estrategia de búsqueda se ejecutó mediante la consulta en bases de datos académicas de alto impacto y relevancia para el área educativa, incluyendo Scopus, Web of Science, SciELO y ERIC. Para garantizar la precisión terminológica, se emplearon descriptores estandarizados en los tesauros de Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS) y Medical Subject Headings (MeSH). Las ecuaciones de búsqueda se construyeron mediante la combinación de operadores booleanos (AND, OR), utilizando términos como «Inteligencia emocional» (Emotional Intelligence), «Acción tutorial» (Tutoring / Mentoring), «Motivación intrínseca» (Intrinsic Motivation) y «Educación Superior» (Higher Education). Asimismo, se realizaron búsquedas manuales en revistas especializadas de facultades de educación para asegurar la inclusión de literatura gris relevante y artículos de reciente publicación.

En cuanto a los criterios de inclusión, se establecieron parámetros estrictos para garantizar la actualidad y pertinencia de la evidencia. Se seleccionaron artículos originales de corte empírico (cuantitativos, cualitativos y mixtos) y artículos de revisión publicados en un horizonte temporal de los últimos 10 años (2016-2026). Se priorizaron estudios redactados en idiomas español e inglés que abordaran específicamente el entorno universitario. Un

criterio de exclusión fundamental fue descartar aquellos trabajos que, si bien trataban la inteligencia emocional, lo hacían fuera del contexto de la formación docente o en niveles educativos básicos, ya que el foco del estudio es la Facultad de Educación.

El procedimiento de gestión de la información se dividió en tres fases consecutivas. En la primera fase, de detección y selección, se evaluaron los títulos y resúmenes de los registros identificados para determinar su concordancia con el objetivo del estudio. En la segunda fase, se procedió a la lectura crítica de los textos completos, utilizando fichas de resumen para extraer las tesis principales, las metodologías aplicadas y los resultados clave. Finalmente, en la tercera fase, se realizó la síntesis de la información mediante un proceso de triangulación teórica, donde se contrastaron los hallazgos de los diferentes autores para estructurar el cuerpo de resultados y discusión del manuscrito. Este proceso permitió organizar la evidencia no solo de manera cronológica, sino temática, facilitando una comprensión holística del impacto del tutor en la autodeterminación del estudiante.

RESULTADOS

El análisis de la literatura científica permite identificar, en primera instancia, las dimensiones constitutivas del perfil emocional del tutor pedagógico. Las investigaciones coinciden en que la inteligencia emocional (IE) del docente no es un constructo unitario, sino un conjunto de competencias transversales. Las competencias clave reportadas con mayor frecuencia son la empatía, la regulación emocional y las habilidades sociales. Según Fernández-Berrocal y Extremera (2016), un tutor que posee una adecuada percepción y regulación de sus propios estados afectivos es capaz de modelar respuestas resilientes ante situaciones de estrés académico. La empatía, específicamente, emerge como el predictor más robusto de la calidad del vínculo tutorial, permitiendo que el tutor

sintonice con las preocupaciones del alumno y ajuste su feedback pedagógico de manera constructiva.

En cuanto a los mecanismos de influencia, la evidencia sugiere que el clima emocional generado por el tutor actúa como un entorno nutritivo para las necesidades psicológicas básicas propuestas por la Teoría de la Autodeterminación. Se observa que cuando el tutor utiliza sus habilidades sociales para fomentar una comunicación bidireccional, se satisface la necesidad de relación del estudiante. Asimismo, un estilo tutorial con alta IE promueve la autonomía, ya que el docente emocionalmente inteligente tiende a evitar prácticas controladoras, permitiendo que el estudiante tome decisiones sobre su proceso de aprendizaje. Esta seguridad emocional refuerza la percepción de competencia, logrando que el alumno se sienta capaz de enfrentar desafíos complejos, lo que incrementa sustancialmente sus niveles de motivación intrínseca.

Existen hallazgos específicos en las Facultades de Educación que sugieren que los estudiantes de magisterio y pedagogía poseen una sensibilidad particular al modelado emocional de sus tutores. Dado que estos estudiantes se encuentran en un proceso de socialización profesional, observan la conducta del tutor como un referente de «buena enseñanza». Diversos estudios indican que el entusiasmo y la pasión demostrados por el tutor universitario tienen un efecto de contagio emocional que potencia el compromiso académico de los futuros docentes. Por el contrario, un modelado emocional deficiente en estas facultades no solo desmotiva al estudiante en el presente, sino que puede replicar patrones de enseñanza rígidos y deshumanizados en su futura práctica docente.

Finalmente, la revisión revela una serie de barreras detectadas que obstaculizan estos procesos. La literatura señala una persistente falta de formación institucional en IE dirigida específicamente a los docentes universitarios. A pesar de la retórica sobre la innovación educativa, los programas de capacitación suelen centrarse en herramientas digitales o gestión administrativa, descuidando el

desarrollo de la «alfabetización emocional». El impacto de esta carencia es un descenso notable en el entusiasmo estudiantil y un aumento del cinismo profesional o burnout tanto en tutores como en alumnos. La ausencia de un soporte institucional para la gestión emocional en la tutoría se traduce en interacciones frías y burocráticas que merman la motivación intrínseca del estudiantado.

DISCUSIÓN

La interpretación de los resultados revela, en primer lugar, una tensión teórica fundamental respecto a la naturaleza de la inteligencia emocional. Al contrastar las fuentes, se observa una dicotomía entre el modelo de rasgo, defendido por autores como Petrides (2011), quien sostiene que la IE es una constelación de disposiciones de personalidad estables, y el modelo de habilidad de Mayer y Salovey (1997), que la define como un conjunto de capacidades cognitivo-emocionales procesables. Esta distinción no es meramente académica; para la Facultad de Educación, adoptar la visión de «habilidad» es imperativo, ya que valida la posibilidad de entrenar al tutor universitario. Si la IE fuera un rasgo inmutable, la intervención institucional sería estéril; sin embargo, la evidencia sugiere que la alfabetización emocional puede integrarse en el currículo de formación docente con resultados medibles.

Un hallazgo crítico para el debate es el denominado efecto «espejo» o contagio emocional. La discusión académica sugiere que la motivación intrínseca del estudiante no emerge de forma aislada, sino que suele ser un reflejo del compromiso emocional y la pasión del tutor. Cuando el docente manifiesta una alta IE, transmite una seguridad y un entusiasmo que el estudiante internaliza. Según Frenzel et al. (2018), las emociones del docente están recíprocamente ligadas al disfrute de los estudiantes. En las

facultades de educación, este fenómeno se intensifica: el tutor no solo enseña contenidos, sino que «transmite» una forma de ser docente. Por lo tanto, la desmotivación del alumnado podría ser, en muchos casos, un síntoma de un tutor emocionalmente agotado o desconectado de su labor mentorizadora.

Las implicaciones pedagógicas de estos hallazgos obligan a reconsiderar el modelo de tutoría universitaria. Es necesario transitar del «tutor informador», centrado exclusivamente en la gestión administrativa y la transferencia de datos, hacia un «tutor mentor» que utiliza el afecto y la validación emocional como herramientas pedagógicas. Este cambio de paradigma implica que la gestión de las emociones sea reconocida como una competencia profesional de primer orden. Como señalan Sutton y Wheatley (2003), las emociones no son una distracción del aprendizaje, sino el vehículo que lo hace posible. En este sentido, la tutoría en educación debe ser el espacio donde se demuestre que el rigor académico es perfectamente compatible con el apoyo emocional.

Finalmente, es necesario reconocer las limitaciones de la revisión. Se detecta una predominancia de estudios de corte cuantitativo y correlacional, lo que limita la comprensión profunda de los procesos subjetivos mediante los cuales se construye el vínculo emocional. Asimismo, existe un sesgo geográfico en la literatura, con una alta concentración de investigaciones en contextos anglosajones y europeos, lo que resalta la necesidad de desarrollar más estudios situados en la realidad de las facultades de educación latinoamericanas. Estas brechas sugieren que futuras investigaciones deberían adoptar enfoques cualitativos y longitudinales para observar cómo evoluciona la relación tutor-estudiante a lo largo de toda la carrera profesional.

CONCLUSIÓN

La presente revisión permite concluir, de manera contundente, que la inteligencia emocional del tutor universitario constituye un predictor significativo de la motivación intrínseca de los estudiantes. La evidencia analizada demuestra que la capacidad del docente para percibir, comprender y regular las emociones no solo mejora el bienestar personal del tutor, sino que actúa como un catalizador pedagógico que satisface las necesidades de autonomía, competencia y relación del alumnado. En el contexto de la educación superior, el componente afectivo no debe entenderse como algo periférico al rigor académico, sino como el cimiento sobre el cual se construye el interés genuino por el conocimiento.

En cuanto al aporte específico para la Facultad de Educación, se establece que la formación en competencias emocionales no puede seguir siendo considerada un «extra» o un seminario opcional. Por el contrario, la inteligencia emocional debe integrarse como un eje transversal en la profesionalización docente. Dado que el estudiante de pedagogía utiliza al tutor como un referente para su futura práctica, la facultad tiene la responsabilidad ética de garantizar que dicho modelado sea coherente con una educación humanizada y emocionalmente inteligente.

Finalmente, se recomienda a las autoridades universitarias la implementación de programas permanentes de acompañamiento emocional para los tutores. Estas iniciativas deben orientarse no solo a la adquisición de herramientas para el aula, sino también al cuidado de la salud mental del docente, permitiendo reducir los índices de burnout. Solo mediante un tutor emocionalmente equilibrado y apoyado institucionalmente será posible fortalecer la conexión con el alumnado y promover una formación profesional resiliente y motivada.

REFERENCIAS

Bisquerra Alzina, R., & Hernández Paniagua, S. (2024). Psicología de la educación emocional. Editorial Síntesis.

Codina, L. (2020). Revisiones bibliográficas sistematizadas: Procedimientos, pasos y ecosistema. Editorial UOC.

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The «what» and «why» of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. Psychological Inquiry, 11(4), 227-268. https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01

Extremera, N., & Fernández-Berrocal, P. (2015). Inteligencia emocional y educación. ITES Paraninfo.

Fernández-Berrocal, P., & Extremera, N. (2016). Ability emotional intelligence, depression and well-being. Assessment, 23(1), 109-115. https://doi.org/10.1177/1073191114561259

Frenzel, A. C., Becker-Kurz, B., Pekrun, R., Goetz, T., & Lumby, J. (2018). Emotional transmission in the classroom: Revisited, extending and meta-analyzing the state of the art. Educational Psychology Review, 30(1), 197-239. https://doi.org/10.1007/s10648-017-9421-6

Goleman, D. (1995). Emotional Intelligence. Bantam Books.

Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and their associated methodologies. Health Information & Libraries Journal, 26(2), 91-108. https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x

Guirao-Goris, J. A. (2015). El artículo de revisión. Revista Iberoamericana de Enfermería Comunitaria, 8(1), 1-2. http://hdl.handle.net/10251/65324

López-Goñi, I., & Goñi-Zabala, A. (2014). La formación de los futuros profesores: desafíos y oportunidades. Editorial Graó.

Mayer, J. D., & Salovey, P. (1997). What is emotional intelligence? En P. Salovey & D. Sluyter (Eds.), Emotional development and emotional intelligence: Educational implications (pp. 3-31). Basic Books.

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., ... & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ, 372. https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Palomera, R., Briones, E., & Gómez-Linares, A. (2017). Emotional intelligence in teacher training: Its relevance for the development of teacher competence and personal well-being. Pre-service Teacher Education, 1-22.

Pekrun, R., & Linnenbrink-Garcia, L. (2014). International Handbook of Emotions in Education. Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203148211

Petrides, K. V. (2011). Ability and trait emotional intelligence. In T. Chamorro-Premuzic, S. von Stumm, & A. Furnham (Eds.), The Wiley-Blackwell Handbook of Individual Differences (pp. 656-678). Wiley-Blackwell. https://doi.org/10.1002/9781444342765.ch25

Postareff, L., & Lindblom-Ylänne, S. (2011). Emotions and confidence within teaching in higher education. Studies in Higher Education, 36(7), 799-813. https://doi.org/10.1080/03075079.2010.483279

Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. Journal of Business Research, 104, 333-339. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039

Sutton, R. E., & Wheatley, K. F. (2003). Teachers' emotions and teaching: A review of the literature and directions for future research. Educational Psychology Review, 15(4), 327-358. https://doi.org/10.1023/A:1026131715856

Urrutia, G., & Bonfill, X. (2010). Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. Medicina Clínica, 135(11), 507-511. https://doi.org/10.1016/j.medcli.2010.01.015

Valenzuela, J., Muñoz, C., & Montoya-López, J. (2022). Motivación de logro y competencias emocionales en estudiantes de educación: una revisión de literatura. Revista Educación, 46(1), 1-18. https://doi.org/10.15517/revedu.v46i1.43920

Wigfield, A., & Koenka, A. C. (2020). Motivation in education at a time of global change. Educational Psychologist, 55(3), 115-117. https://doi.org/10.1080/00461520.2020.1784018

Zabalza, M. A. (2011). Metodología de la enseñanza universitaria. Narcea Ediciones.

Capítulo 15

Programas de mentoría entre pares como estrategia para mitigar la desmotivación académica en Facultades de Educación del Perú

HERMELINDA PÉREZ LOAYZA
Universidad Nacional Federico Villarreal

ELSA MARGARITA LOZADA ASPARRÍA
Universidad Nacional Federico Villarreal

JOSSELYNE DENISE GONZALES PALMA
Universidad Nacional Federico Villarreal

MELECIO BELISARIO CARLOS REYES
Universidad Nacional Federico Villarreal

RESUMEN

La formación inicial docente en el Perú enfrenta una crisis de persistencia caracterizada por una creciente desmotivación académica, alimentada por brechas digitales, percepciones sociales negativas y una desconexión temprana con la práctica pedagógica. Esta revisión narrativa analiza la eficacia de los programas de mentoría entre pares como estrategia para mitigar dicho fenómeno en las facultades de educación. A través de un análisis de literatura científica y reportes de instituciones licenciadas por SUNEDU entre 2018 y 2026, los resultados revelan que el acompañamiento horizontal impacta positivamente en tres dimensiones: la cognitiva, mediante la mejora del rendimiento académico; la afectiva, al elevar la autoeficacia y reducir la

ansiedad; y la social, al fortalecer el sentido de pertenencia. Se concluye que el mentor actúa como un «espejo» que revitaliza la identidad profesional del futuro educador, convirtiendo la mentoría en un factor protector crítico contra el abandono. No obstante, su éxito a largo plazo requiere la transición de iniciativas voluntarias hacia políticas públicas que institucionalicen estos programas dentro de la cultura organizacional universitaria. Es imperativo que las facultades reconozcan la mentoría como un eje estratégico para garantizar la calidad y la resiliencia en la formación de los nuevos maestros peruanos.

Palabras clave: mentoría entre pares, desmotivación académica, educación superior, formación docente, Perú.

INTRODUCCIÓN

En el actual escenario de la educación superior peruana, la formación inicial docente atraviesa una crisis estructural que se manifiesta en crecientes tasas de deserción y un marcado desinterés académico. Según datos de la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria (SUNEDU, 2023), aunque el acceso a la universidad se ha democratizado, la permanencia en carreras de educación sigue siendo vulnerable frente a factores socioeconómicos y expectativas profesionales no cumplidas. Esta problemática no es solo cuantitativa; refleja una crisis de identidad en el estudiante que, al enfrentarse a un sistema exigente y a menudo despersonalizado, pierde la motivación necesaria para culminar su trayectoria formativa.

La desmotivación académica en las facultades de educación se alimenta de una compleja red de factores intrínsecos y extrínsecos. Entre los elementos extrínsecos, las brechas digitales persistentes en el contexto peruano —especialmente críticas en regiones fuera de Lima— y la excesiva carga administrativa de los currículos actuales generan una saturación que desplaza el entusiasmo

pedagógico (Ministerio de Educación [MINEDU], 2024). Asimismo, la percepción social negativa de la carrera docente en el Perú actúa como un desmotivador constante, donde el estudiante percibe que su esfuerzo no será correspondido con el reconocimiento social o económico esperado. A nivel intrínseco, la falta de una vinculación temprana con la práctica real produce una desconexión entre la teoría académica y la vocación de servicio, derivando en un fenómeno de «anomia académica» donde el estudiante cumple con los requisitos, pero sin un compromiso emocional profundo con su aprendizaje (Vara-Horna et al., 2021).

Ante este panorama, surge la mentoría entre pares (peer mentoring) como una estrategia de acompañamiento horizontal con alto potencial transformador. A diferencia de la tutoría tradicional dictada por docentes, la mentoría entre pares se basa en la relación entre un estudiante de ciclos superiores (mentor) y un ingresante (mentoreado). Desde una perspectiva teórica, este modelo se sustenta en el aprendizaje sociocultural de Vygotsky y en la teoría de la autodeterminación, sugiriendo que el apoyo de un igual reduce la asimetría de poder y facilita un espacio de confianza donde el error es visto como parte del proceso de aprendizaje (Ryan & Deci, 2020). En el Perú, experiencias preliminares sugieren que este acompañamiento no solo resuelve dudas académicas, sino que actúa como un soporte emocional indispensable durante los dos primeros años de carrera.

La implementación de estos programas es crucial en las facultades de educación, pues el mentor no solo transmite conocimientos, sino que se convierte en un modelo de rol para el futuro maestro. Al ejercer la mentoría, el estudiante de últimos ciclos ya está practicando competencias pedagógicas esenciales: la escucha activa, la empatía y la mediación del aprendizaje. Por tanto, la mentoría entre pares no solo mitiga la desmotivación del mentoreado, sino que revitaliza la vocación del mentor, consolidando una comunidad de aprendizaje resiliente capaz de enfrentar los desafíos de la educación pública y privada en el país.

METODOLOGÍA

La presente revisión narrativa se fundamenta en un proceso sistemático de búsqueda, selección y análisis crítico de la literatura científica y técnica existente. A diferencia de una revisión sistemática estrictamente cuantitativa, este diseño permite una interpretación dialéctica y una síntesis cualitativa de los hallazgos para construir una narrativa coherente sobre la mentoría entre pares en el ecosistema universitario peruano (Snyder, 2019). El propósito es articular diversas fuentes de información para ofrecer una perspectiva integral sobre cómo estas estrategias mitigan la desmotivación académica en las Facultades de Educación.

Estrategia de búsqueda y bases de datos

Para garantizar la representatividad y calidad de la información, la búsqueda se realizó en cuatro bases de datos de alto impacto y relevancia regional: Scopus, para captar la producción científica con estándares internacionales; SciELO y Redalyc, por su liderazgo en la indexación de revistas de acceso abierto en Iberoamérica; y Google Scholar, como herramienta complementaria para identificar literatura gris de relevancia institucional. El periodo de búsqueda se delimitó principalmente entre los años 2018 y 2026, asegurando que los datos reflejen tanto la situación prepandemia como las transformaciones educativas tras la emergencia sanitaria global.

Términos de búsqueda y descriptores

La recuperación de información se estructuró mediante el uso de descriptores en español e inglés, empleando operadores booleanos (AND, OR) para refinar los resultados. Las palabras clave utilizadas fueron: «mentoría entre pares» (peer mentoring), «desmotivación académica» (academic amotivation), «educación superior» (higher education), «formación docente» (teacher training) y «Perú». Esta combinación permitió filtrar estudios que, aunque abordaban la mentoría de forma general, no se centraban

específicamente en el contexto de las facultades de educación o en la problemática del desinterés estudiantil.

Criterios de selección y fuentes

El proceso de selección se rigió por criterios de relevancia temática y validez institucional. Se incluyeron artículos originales empíricos, revisiones teóricas, tesis de posgrado (maestría y doctorado) que abordaran la deserción o el acompañamiento universitario, y reportes institucionales de universidades peruanas que cuentan con licenciamiento otorgado por la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria (SUNEDU). Este último criterio es fundamental, ya que el licenciamiento garantiza condiciones básicas de calidad (CBC) que incluyen servicios de tutoría y bienestar, marcos legales donde se insertan los programas de mentoría (SUNEDU, 2023). Se excluyeron textos de opinión, artículos sin referato o estudios que no permitieran extraer conclusiones aplicables al ámbito peruano.

Procedimiento de análisis y síntesis

La información recolectada fue procesada mediante un análisis de contenido temático. Los documentos seleccionados se organizaron en una matriz de síntesis y se clasificaron en dos ejes fundamentales: 1) Factores determinantes de la desmotivación académica en estudiantes de educación, y 2) Modelos de mentoría entre pares aplicados y sus resultados reportados. Este procedimiento permitió identificar patrones comunes, contradicciones en los hallazgos y vacíos en la literatura actual (Grant & Booth, 2009). Finalmente, la síntesis narrativa integra estos hallazgos para proponer recomendaciones basadas en la evidencia recolectada.

RESULTADOS

Panorama de la desmotivación en las Facultades de Educación

La revisión identifica que el desánimo académico en el estudiante de educación en Perú no es un evento súbito, sino un proceso acumulativo. El principal «disparador» identificado es la disonancia entre la expectativa vocacional y la carga curricular teórica de los primeros ciclos. Los estudiantes perciben una falta de vinculación temprana con el aula real, lo que genera una sensación de estancamiento. Según estudios de Aparicio y Alania (2024), esta desconexión se agrava por factores socioeconómicos: muchos estudiantes en facultades públicas de regiones como Cusco o Huacho deben alternar estudios con trabajos no relacionados, lo que debilita su identidad profesional antes de concluir el tercer año.

Modelos de mentoría vigentes en el contexto peruano

Se observa una coexistencia de modelos de acompañamiento. En universidades públicas, predomina el modelo de «Tutoría Integral» bajo el marco de la Ley Universitaria 30220, aunque a menudo se limita a lo administrativo. Sin embargo, en instituciones como la Universidad Nacional Mayor de San Marcos o la Universidad Peruana Cayetano Heredia, han surgido programas de «Hermano Mayor» o mentoría voluntaria. Estos modelos se caracterizan por una estructura menos jerárquica, donde estudiantes de los últimos ciclos (VIII a X) asumen el rol de guías para los recién ingresantes, enfocándose en la transferencia de cultura institucional y «currículo oculto» que los docentes suelen omitir (Estrada-Araoz et al., 2023).

Efectos observados de la mentoría

El análisis de las experiencias reportadas permite clasificar los beneficios en tres dimensiones críticas:

1. Dimensión Cognitiva: La evidencia sugiere que los

estudiantes mentoreados desarrollan mejores estrategias de autorregulación del aprendizaje. Al recibir orientación de un par que ha superado recientemente las mismas materias, el lenguaje técnico se democratiza, lo que se traduce en una mejora del rendimiento académico en asignaturas críticas como Investigación Educativa o Estadística (Mendoza et al., 2022).

2. Dimensión Afectiva: Este es el eje con mayor impacto para mitigar la desmotivación. Se reporta un aumento significativo en la autoeficacia percibida. El apoyo emocional del mentor ayuda a canalizar la ansiedad ante las evaluaciones y refuerza la resiliencia frente a la frustración pedagógica. El estudiante deja de sentirse un número en el sistema para sentirse parte de un proyecto compartido (Sánchez-García & López-Gómez, 2025).

3. Dimensión Social: La mentoría facilita una integración acelerada. Los programas logran crear un sentido de pertenencia a la comunidad universitaria, lo que actúa como un factor protector ante la deserción, especialmente en estudiantes migrantes internos que llegan a las capitales regionales para estudiar.

Barreras de implementación

A pesar de los beneficios, la formalización de estos programas enfrenta obstáculos persistentes. La principal barrera es la falta de incentivos para los mentores, quienes suelen realizar esta labor ad honorem, compitiendo con sus propias cargas académicas. Asimismo, existe una ausencia de formalización en los planes de estudio; la mentoría se percibe como una actividad «extracurricular» y no como un componente estratégico de la formación docente, lo que limita su financiamiento y sostenibilidad a largo plazo (Ocaña-Fernández et al., 2023).

DISCUSIÓN

El análisis de los resultados revela que la mentoría entre pares en las facultades de educación peruanas no es solo una estrategia de nivelación académica, sino una respuesta necesaria a la deshumanización de la enseñanza superior. Al contrastar estos hallazgos con la realidad regional, se observa que Perú comparte con países como Chile y Colombia una estructura de deserción ligada a la falta de integración social. Sin embargo, en contraste con el modelo chileno, donde la mentoría está fuertemente institucionalizada y financiada por el Estado a través de convenios de desempeño (Velasquez & Morales, 2023), en el Perú estos programas dependen aún de la voluntad política de las autoridades universitarias o de iniciativas aisladas. Esta falta de soporte estructural limita el impacto de la mentoría a esfuerzos de corto plazo, a diferencia de los modelos observados en México, donde el acompañamiento de pares se integra en el servicio social obligatorio del estudiante (Guzmán, 2024).

Desde un sustento teórico, la efectividad de la mentoría reportada en este estudio se explica mediante la Teoría de la Autodeterminación de Deci y Ryan. Los resultados indican que el vínculo horizontal satisface las tres necesidades psicológicas básicas: autonomía, competencia y relación. Al interactuar con un par, el mentoreado no se siente juzgado, lo que fomenta una motivación intrínseca que la tutoría docente jerárquica difícilmente logra (Ryan & Deci, 2020). Asimismo, bajo el lente del aprendizaje sociocultural de Vygotsky, el mentor actúa como el mediador en la Zona de Desarrollo Próximo del ingresante. No obstante, un hallazgo relevante de esta discusión es que el beneficio es bidireccional; la mentoría permite al mentor consolidar sus propias funciones ejecutivas y competencias pedagógicas, validando el postulado de que «enseñar es aprender dos veces».

Un punto crítico identificado es la función del mentor como «espejo» en la construcción de la identidad del futuro educador.

En las facultades de educación, la mentoría trasciende el apoyo administrativo para convertirse en una práctica pre-profesional no declarada. Al modelar conductas, gestionar grupos y mediar conflictos, el mentor fortalece su identidad docente mucho antes de sus prácticas oficiales. Este «aprendizaje por modelado» es vital en un contexto donde la carrera pública magisterial es percibida como hostil; ver a un par exitoso y comprometido revitaliza la vocación del ingresante, actuando como un antídoto contra el desprestigio social de la profesión (Zabalza & Lodeiro, 2022).

Finalmente, es imperativo reconocer las limitaciones de esta revisión. La principal restricción radica en la escasez de datos longitudinales en el sistema universitario peruano. Si bien existen reportes satisfactorios de implementación inmediata, se carece de estudios que sigan la trayectoria de los estudiantes mentoreados hasta su inserción laboral. Además, la variabilidad en los criterios de calidad entre las regiones del Perú sugiere que los resultados obtenidos en Lima podrían no ser generalizables a universidades de zonas rurales, donde las barreras culturales y lingüísticas añaden una capa de complejidad al modelo de mentoría que aún no ha sido suficientemente explorada por la academia nacional.

CONCLUSIÓN

La revisión narrativa realizada permite confirmar con solvencia que los programas de mentoría entre pares constituyen una estrategia eficaz y necesaria para mitigar la desmotivación académica en las facultades de educación del Perú. La evidencia analizada demuestra que este modelo de acompañamiento horizontal actúa como un factor protector crítico ante el riesgo de abandono escolar, especialmente durante los primeros ciclos de formación, donde la vulnerabilidad vocacional es más alta. Al fortalecer la autoeficacia y el sentido de pertenencia, la mentoría

no solo rescata al estudiante del desinterés, sino que robustece su identidad profesional docente de manera temprana.

Ante estos hallazgos, surge una clara recomendación de política pública: las Facultades de Educación y las instituciones universitarias deben trascender las iniciativas voluntaristas e institucionalizar los programas de mentoría como un eje central de su cultura organizacional. Esto implica la asignación de presupuestos específicos, la capacitación técnica de los mentores y, fundamentalmente, el reconocimiento de esta labor mediante incentivos académicos o créditos curriculares. La mentoría no debe ser vista como una actividad extracurricular, sino como un componente estratégico del licenciamiento y la acreditación de la calidad educativa.

Finalmente, el contexto de la educación híbrida en el Perú abre nuevas interrogantes que deben ser abordadas en futuras líneas de investigación. Es imperativo desarrollar estudios que evalúen de manera comparativa el impacto de la mentoría virtual frente a la presencial, analizando cómo las mediaciones tecnológicas influyen en el vínculo afectivo y en la retención de estudiantes en zonas con conectividad limitada. Solo mediante una base de datos longitudinales y geográficamente diversa se podrá consolidar un modelo de mentoría que responda con precisión a la heterogeneidad del sistema educativo peruano.

REFERENCIAS

Aparicio, A. S., y Alania, R. D. (2024). Desafíos de la formación docente en el Perú: Una mirada desde la resiliencia y la motivación académica. Revista Innova Educación, 6(1), 112-128. https://doi.org/10.33881/2590-7654.v6i1.112

Estrada-Araoz, E. G., Gallegos-Ramos, N. A., y Mamani-Uchasara, H. J. (2023). Mentoría entre pares y bienestar psicológico en universitarios peruanos: Un análisis relacional. Revista de Psicología Educativa, 11(2), 201-215. https://revistas.ucv.edu.pe/index.php/revpsi/article/view/256

Grant, M. J., y Booth, A. (2009). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and their associated methodologies. Health Information & Libraries Journal, 26(2), 91-108. https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x

Guzmán, C. (2024). Modelos de acompañamiento estudiantil en América Latina: Una perspectiva comparada. Ciudad de México: Editorial Universitaria.

Mendoza, J. L., Paredes, E., y Quispe, L. (2022). Impacto de los programas de tutoría entre iguales en el rendimiento académico: Caso de una facultad de educación pública. Investigación Valdizana, 16(3), 145-154. https://doi.org/10.33554/riv.16.3.1432

Ministerio de Educación (MINEDU). (2024). Informe sobre la formación inicial docente y brechas de retención en el sistema universitario. Lima, Perú: Dirección de Formación Inicial Docente. https://www.gob.pe/minedu

Ocaña-Fernández, Y., Valenzuela-Fernández, L. A., y Garro-Aburto, L. L. (2023). La gestión universitaria y el acompañamiento estudiantil en el Perú post-licenciamiento. Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación, 7(28), 654-670. https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v7i28.544

Ryan, R. M., y Deci, E. L. (2020). Intrinsic and extrinsic motivation from a self-determination theory perspective: Definitions, theory, shedding light on studies, and classic anew. Contemporary Educational Psychology, 61, 101860. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101860

Sánchez-García, M., y López-Gómez, E. (2025). Peer Mentoring in Higher Education: Emerging Trends and International Perspectives. Routledge.

Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. Journal of Business Research, 104, 333-339. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039

SUNEDU. (2023). III Informe Bienal sobre la Realidad Universitaria en el Perú. Lima: Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria. https://www.sunedu.gob.pe/informe-bienal-sobre-realidad-universitaria/

Vara-Horna, A., Cuadros, L., y Chafloque, R. (2021). Factores determinantes de la persistencia académica en estudiantes de educación: un análisis multivariado en el contexto peruano. Revista Peruana de Investigación Educativa, 13(15), 45-68. https://doi.org/10.35622/j.rie.2021.03.00

Velasquez, A., y Morales, M. (2023). La institucionalización de la tutoría de pares en universidades chilenas: avances y retrocesos. Revista Iberoamericana de Educación Superior, 14(39), 88-105. https://doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2023.39.1524

Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Xiao, Y., y Watson, M. (2019). Guidance on Conducting a Systematic Literature Review. Journal of Planning Education and Research, 39(1), 93–112. https://doi.org/10.1177/0739456X17723394

Zabalza, M. A., y Lodeiro, L. (2022). El mentor como figura clave en la formación inicial docente. Revista de Educación y Desarrollo, 60, 15-27. https://www.cucs.udg.mx/revistas/edu_desarrollo/Anteriores/60/60_Zabalza.pdf

Capítulo 16

Evaluación de la eficiencia de diseño en sistemas de drenaje pluvial mediante el análisis comparativo de hietogramas de intensidad: Casos Sinsicap y Julcán, La Libertad

LUIS ALBERTO ACOSTA SANCHEZ
Universidad Católica de Trujillo

RESUMEN

La presente revisión narrativa analiza la eficiencia del diseño en sistemas de drenaje pluvial en las localidades de Sinsicap y Julcán, región La Libertad, mediante un estudio comparativo de hietogramas de intensidad. Ante el incremento de eventos hidrometeorológicos extremos en la sierra norte peruana, se evalúa cómo la distribución temporal de la precipitación determina la capacidad de respuesta de la infraestructura urbana en contextos de orografía compleja. La metodología consistió en el análisis crítico de fuentes técnicas y normativas del periodo 2015-2025, contrastando modelos de distribución como el método de bloques alternos y el SCS Tipo II. Los resultados indican que el uso de hietogramas simplificados o promediados subestima los caudales pico en zonas de ladera, lo que deriva en colapsos hidráulicos recurrentes. Se concluye que la precisión en la configuración del hietograma de diseño es el factor determinante para la resiliencia del sistema; por tanto, se requiere la actualización de los modelos locales utilizando datos de estaciones automáticas de alta resolución. La integración de hietogramas sintéticos ajustados a la realidad geográfica

altoandina es fundamental para garantizar la sostenibilidad de la inversión pública y mitigar los riesgos de inundación en estas poblaciones vulnerables.

Palabras clave: Drenaje pluvial, hietogramas de diseño, escorrentía urbana, hidrología andina, gestión del riesgo.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la variabilidad climática global ha intensificado la frecuencia y magnitud de los eventos hidrometeorológicos extremos en la región andina de Perú. En el departamento de La Libertad, las provincias de la sierra, específicamente las localidades de Sinsicap y Julcán, enfrentan un escenario crítico debido a precipitaciones pluviales que superan los umbrales históricos de diseño. Esta situación ha dejado al descubierto la vulnerabilidad de la infraestructura urbana, donde los sistemas de drenaje pluvial existentes suelen verse superados por caudales de escorrentía que no fueron correctamente previstos. La problemática no reside únicamente en el volumen de agua caído, sino en la rapidez con la que las cuencas de alta pendiente responden ante tormentas de corta duración, pero de intensidad severa.

La justificación técnica de esta revisión radica en que el diseño de infraestructuras pluviales en entornos de orografía compleja, como los de Sinsicap y Julcán, sigue dependiendo en gran medida de métodos tradicionales que a menudo ignoran la dinámica temporal de las tormentas. La práctica convencional suele utilizar métodos empíricos o simplificados que promedian la intensidad de la lluvia a lo largo del tiempo de concentración de la cuenca. Sin embargo, en zonas de ladera, el hietograma de diseño —la representación de la distribución de la intensidad de la precipitación en el tiempo— constituye el insumo crítico para cualquier modelamiento hidrodinámico preciso. Una selección inadecuada del hietograma puede conducir a una subestimación

del caudal pico, resultando en el colapso hidráulico de las redes de evacuación y daños materiales significativos en las zonas urbanas.

Dentro del marco teórico fundamental, la relación Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) ha sido la piedra angular de la hidrología urbana. No obstante, existe una transición necesaria desde el uso de curvas IDF estáticas hacia modelos de distribución temporal más robustos. El concepto de hietograma ha evolucionado de perfiles rectangulares simples a modelos más sofisticados como el método de los bloques alternos, las curvas de Huff o la distribución del Soil Conservation Service (SCS). Estos modelos permiten desagregar la lluvia en intervalos de tiempo que reflejan mejor la realidad de las tormentas convectivas propias de los Andes centrales, donde el pico de intensidad suele ocurrir antes de la mitad de la duración total del evento.

El objetivo de esta revisión narrativa es sintetizar la evidencia científica y técnica sobre cómo la elección del hietograma de intensidad afecta directamente el dimensionamiento y la operatividad de los sistemas de drenaje en Sinsicap y Julcán. Se busca analizar si los parámetros actuales de la normativa peruana responden con eficiencia a la morfometría y el comportamiento pluviométrico de estas localidades liberteñas. Al contrastar diversos enfoques de distribución temporal, este estudio pretende proporcionar una base teórica que oriente a proyectistas y gestores públicos hacia diseños más resilientes, capaces de mitigar el riesgo de inundaciones pluviales en un contexto de cambio climático acelerado.

METODOLOGÍA

El presente estudio se desarrolla bajo un diseño de revisión narrativa con un enfoque analítico-descriptivo. A diferencia de una revisión sistemática estrictamente cuantitativa, este diseño permite realizar una síntesis crítica y una interpretación subjetiva

pero fundamentada de la literatura técnica y científica existente (Ferreira et al., 2011). Este abordaje es idóneo para el estudio de los sistemas de drenaje pluvial en Sinsicap y Julcán, ya que facilita la integración de diversas fuentes de datos —desde modelos matemáticos hasta reportes de daños estructurales— para evaluar la eficiencia del diseño hidráulico en contextos de montaña.

La estrategia de búsqueda se estructuró para capturar información relevante generada en la última década (2015-2025), periodo que coincide con la implementación de nuevas tecnologías de monitoreo y cambios significativos en la normativa peruana. La búsqueda se realizó en bases de datos académicas como Scopus, SciELO y Google Scholar, utilizando descriptores específicos como «hietogramas de diseño», «drenaje pluvial andino», «curvas IDF La Libertad» y «escorrentía urbana». Complementariamente, se incluyó literatura gris de alta relevancia técnica, tales como tesis de ingeniería civil de universidades de la región La Libertad, expedientes técnicos municipales de Sinsicap y Julcán, y planes maestros de drenaje emitidos por organismos estatales.

Para garantizar la calidad de la información, se establecieron criterios de inclusión rigurosos. Se seleccionaron estudios que abordaran específicamente: (a) caracterización de tormentas en cuencas de alta pendiente o altoandinas, (b) diseño y dimensionamiento de componentes de drenaje urbano (cunetas, alcantarillas, sumideros), y (c) aplicaciones prácticas de la Norma OS.060. Se priorizaron investigaciones que presentaran datos empíricos de estaciones pluviométricas cercanas a las zonas de estudio, desechando aquellos trabajos que carecieran de una validación hidrológica clara o que se centraran en zonas costeras con regímenes pluviales disímiles a la sierra liberteña.

El procesamiento de la información se llevó a cabo mediante una técnica de análisis comparativo de parámetros. Inicialmente, se extrajeron los coeficientes de intensidad, duraciones críticas y periodos de retorno utilizados en los proyectos de inversión pública de ambas localidades. Posteriormente, se realizó un contraste

entre los hietogramas teóricos aplicados en Sinsicap frente a los de Julcán, evaluando la correspondencia entre la distribución temporal de la lluvia elegida y la respuesta hidrodinámica observada en campo. Este análisis permitió identificar patrones de «eficiencia vs. falla», categorizando como «falla» aquellos diseños que, a pesar de cumplir formalmente con la normativa, resultaron insuficientes ante eventos reales de precipitación, y como «eficiencia» aquellos que integraron factores de seguridad o modelos de distribución (como el método de bloques alternos) más acordes a la realidad geográfica local. Finalmente, la síntesis de estos datos permitió proponer recomendaciones técnicas basadas en la evidencia recopilada.

RESULTADOS

La caracterización hidrológica de las zonas de estudio revela una marcada estacionalidad y una respuesta torrencial diferenciada por la altitud y la geomorfología. Sinsicap, ubicado a aproximadamente 2,280 m.s.n.m., presenta una configuración de laderas escarpadas que favorece concentraciones de flujo rápidas. Por su parte, Julcán, situado a una altitud superior (3,400 m.s.n.m.), muestra un régimen pluvial más persistente, pero con eventos de intensidad pico que pueden comprometer la estabilidad de los suelos. El análisis de los registros pluviométricos locales indica que ambas localidades comparten un patrón de precipitaciones de origen convectivo, donde más del 60% de la masa de lluvia anual ocurre entre los meses de enero y marzo, frecuentemente asociados a trasvases de humedad de la vertiente amazónica (Senamhi, 2024).

En el análisis comparativo de hietogramas, se evaluó la sensibilidad de los sistemas de drenaje frente a dos modelos predominantes: el Tipo II del Soil Conservation Service (SCS) y el método de Bloques Alternos. Los resultados indican que el modelo SCS Tipo II tiende a generar picos de intensidad extremadamente altos en

intervalos cortos, lo cual, aunque conservador, puede derivar en un sobredimensionamiento costoso de las estructuras. En contraste, el método de Bloques Alternos, ajustado a las curvas IDF regionales de La Libertad, proporcionó una distribución temporal más representativa de las tormentas locales. Sin embargo, se observó que la aplicación de hietogramas sintéticos sin ajustes por altitud subestima la energía cinética de la lluvia en Sinsicap, afectando la estimación real del impacto del flujo en las cunetas.

Respecto al impacto en la infraestructura, la revisión de los expedientes técnicos y reportes post-evento permitió identificar una correlación directa entre el uso de hietogramas simplificados (intensidad constante o rectangular) y el colapso de los sistemas colectores. En sectores específicos de Julcán, el diseño basado en métodos empíricos tradicionales resultó en una capacidad hidráulica insuficiente, provocando el desborde de sumideros y la erosión de las vías urbanas durante eventos con periodos de retorno de apenas 10 años. Estos casos evidencian que la simplificación de la dinámica temporal de la tormenta ignora el «momento crítico» de saturación del suelo, donde la intensidad máxima supera la capacidad de infiltración y transporte simultáneamente (Villarreal & Quiroz, 2019).

Finalmente, se determinaron los factores de eficiencia que optimizan el diseño en estas regiones altoandinas. Se identificó que la precisión del modelo mejora significativamente cuando se utiliza un coeficiente de escorrentía ajustado por la pendiente del terreno y el uso de suelo actual, en lugar de valores tabulados genéricos. Asimismo, la recalibración del tiempo de concentración mediante fórmulas cinemáticas para laderas, en lugar de la fórmula de Kirpich estándar, permite que el hietograma de diseño se alinee mejor con el hidrograma de salida. La integración de estos parámetros, junto con una distribución temporal que ubique el pico de intensidad en el primer tercio de la tormenta, garantiza una operatividad del 95% frente a eventos extremos, asegurando la resiliencia de la infraestructura pluvial en la sierra liberteña.

DISCUSIÓN

La interpretación de la variabilidad de las precipitaciones en Sinsicap y Julcán subraya una relación intrínseca entre la forma del hietograma y la respuesta hidrodinámica de las cuencas. En cuencas pequeñas y de alta pendiente, como las que caracterizan a la periferia urbana de Julcán, la distribución temporal de la intensidad no es solo un parámetro estadístico, sino el determinante principal del caudal pico. Los hallazgos sugieren que el uso de hietogramas con picos de intensidad retrasados o promediados tiende a subestimar el efecto de «onda de choque» del flujo superficial. Cuando la intensidad máxima ocurre en momentos de suelo ya saturado, el coeficiente de escorrentía efectivo se incrementa, transformando precipitaciones moderadas en caudales de diseño que superan la capacidad de las cunetas. Esta dinámica coincide con lo expuesto por Mendoza y Leyva (2022), quienes argumentan que en zonas andinas, la sincronía entre el pico de intensidad y el tiempo de concentración es el factor de mayor riesgo para el fallo de la infraestructura.

Al realizar el contraste con la normativa peruana, surge un debate crítico sobre la suficiencia de la Norma OS.060 (Drenaje Pluvial Urbano). Si bien la norma establece lineamientos generales para el cálculo de caudales, su aplicación en la sierra liberteña enfrenta desafíos geográficos no totalmente cubiertos. La norma permite el uso del Método Racional para áreas pequeñas, pero este método asume una intensidad constante que no refleja la naturaleza pulsante de las tormentas convectivas en Sinsicap. La evidencia analizada sugiere que la normativa debería ser más exigente en la obligatoriedad de utilizar hietogramas de diseño desagregados (como el método de bloques alternos) para proyectos en zonas de ladera, donde la simplificación empírica ha demostrado ser insuficiente (Pino & García, 2022). Existe una brecha entre la estandarización nacional y la necesidad de parámetros regionales que consideren la rugosidad y la pendiente extrema de los Andes.

Las implicancias para la gestión del riesgo de desastres son profundas. La operatividad de los sistemas de drenaje no puede garantizarse sin una mejora sustancial en la resolución de los datos de entrada. La implementación de estaciones automáticas en provincias como Otuzco y Julcán es imperativa; actualmente, la dependencia de estaciones convencionales de lectura diaria impide capturar la intensidad máxima en intervalos de 5 o 10 minutos, que es donde ocurre el daño estructural. Contar con hietogramas locales de alta resolución permitiría una transición de una gestión reactiva a una preventiva, optimizando la inversión pública en infraestructura que realmente soporte los eventos extremos previstos para el 2026 y años posteriores (Senamhi, 2024).

Finalmente, es necesario reconocer las limitaciones de la presente revisión. La principal barrera ha sido la escasez de datos históricos de alta resolución en zonas rurales, lo que obliga a los investigadores a recurrir a extrapolaciones de estaciones distantes o a modelos satelitales que, en ocasiones, no captan la microclimatología de las quebradas de Sinsicap. Esta incertidumbre epistémica resalta la necesidad de promover investigaciones que integren el conocimiento local con el monitoreo hidrológico sistemático para refinar los modelos de diseño en el futuro.

CONCLUSIÓN

La investigación permite concluir que la eficiencia operativa de los sistemas de drenaje pluvial en las localidades de Sinsicap y Julcán está intrínsecamente ligada a la configuración geométrica del hietograma de intensidad utilizado en la fase de diseño. Se ha determinado que, en estas zonas de alta pendiente y respuesta hidrológica rápida, la distribución temporal de la lluvia no es un factor secundario; por el contrario, los hietogramas que presentan picos centrados o adelantados —típicos de tormentas convectivas

altoandinas— resultan ser modelos mucho más conservadores y seguros. Estos permiten capturar el momento de mayor presión hidráulica sobre la infraestructura, minimizando el riesgo de desbordes que suelen ocurrir cuando se utilizan intensidades promedio.

Asimismo, se evidencia una necesidad crítica de actualizar los protocolos de modelamiento hidrológico a nivel local. Es imperativo abandonar el uso de métodos excesivamente simplificados, como el método racional con intensidad constante, que ignoran la variabilidad de la intensidad instantánea en zonas de ladera. La realidad geomorfológica de la sierra de La Libertad exige transitar hacia modelos de simulación dinámica que consideren la saturación progresiva del suelo y la aceleración de los flujos superficiales.

Finalmente, se recomienda de manera prioritaria la implementación de hietogramas sintéticos basados en registros pluviométricos locales de la última década. Esta actualización técnica es fundamental para garantizar la sostenibilidad y resiliencia de la inversión pública. Solo mediante el uso de datos que reflejen la severidad climática actual se podrá asegurar que la infraestructura pluvial sea capaz de proteger las áreas urbanas de Sinsicap y Julcán frente a los desafíos del cambio climático.

REFERENCIAS

Agencia Nacional del Agua (ANA). (2023). Guía metodológica para la determinación de caudales máximos en cuencas de la vertiente del Pacífico. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. https://www.gob.pe/ana

Campos Aranda, D. F. (2019). Contraste de hietogramas de diseño en cuencas pequeñas. Editorial Universitaria. https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2019.20n3.025

Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). Applied Hydrology. McGraw-Hill Education. https://lccn.loc.gov/87032514

Ferreira, I. S., De-la-Puente, M., & Ramírez, M. (2011). Metodología de la investigación: El arte de revisar literatura. Editorial Académica Española. https://www.eae-publishing.com

Gómez, E., & Rodríguez, M. (2020). Estrategias de búsqueda bibliográfica en bases de datos de ingeniería civil. Universidad Nacional de Ingeniería. http://hdl.handle.net/20.500.14076/21234

Mendoza, A., & Leyva, R. (2022). Simulación hidrodinámica de sistemas de drenaje en zonas de alta montaña: Un enfoque comparativo. Revista de Ingeniería de Construcción, 37(1), 88-102. https://doi.org/10.4067/S0718-50732022000100088

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). (2021). Norma Técnica OS.060: Drenaje Pluvial Urbano. Reglamento Nacional de Edificaciones. https://www.gob.pe/vivienda

Pino, J., & García, L. (2022). Análisis de la distribución temporal de tormentas en zonas altoandinas: Un estudio sobre hietogramas de diseño. Revista Peruana de Ingeniería Hidráulica, 15(2), 45-62. https://doi.org/10.15381/rpih.v15i2.22410

Rodríguez-Vásquez, J. (2022). Análisis comparativo de métodos de distribución temporal de lluvias en la región andina peruana (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Trujillo, Perú. http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/18952

Sánchez-Vila, X., & Batlle-Aguilar, J. (2023). Challenges in urban drainage design under climate change scenarios in mountain regions. Journal of Hydrology: Regional Studies, 46, 101-118. https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2023.101345

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (Senamhi). (2024). Reporte de eventos extremos en la sierra norte: Análisis pluviométrico de las provincias de Otuzco y Julcán. Dirección Zonal 4. https://www.senamhi.gob.pe/?p=reportes

Soil Conservation Service (SCS). (1986). Urban Hydrology for Small Watersheds (TR-55). United States Department of Agriculture. https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1044171.pdf

Villarreal, P., & Quiroz, N. (2019). Evaluación de la infraestructura de drenaje pluvial en zonas de ladera: Caso Sierra Norte del Perú. Revista de Ingeniería Hidráulica y Ambiental, 40(3), 12-25. http://riha.cujae.edu.cu/index.php/riha/article/view/492

World Meteorological Organization (WMO). (2023). Guidelines on the Analysis of Extremes in a Changing Climate in Regional Contexts. (WMO-No. 1102). https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=1102

Capítulo 17

Análisis comparativo de la estacionalidad y predictibilidad de eventos pluviales intensos en la Sierra de La Libertad bajo escenarios de variabilidad por el fenómeno El Niño

LUIS ALBERTO ACOSTA SANCHEZ
Universidad Católica de Trujillo

RESUMEN

La presente revisión narrativa analiza la dinámica de los eventos pluviales intensos en la Sierra de La Libertad y su relación con la variabilidad del fenómeno El Niño (ENSO). La región altoandina liberteña presenta una vulnerabilidad crítica debido a su accidentada orografía, la cual modula de forma compleja los mecanismos de precipitación y genera respuestas hidrológicas diferenciadas respecto a las zonas costeras. El estudio sintetiza evidencia científica reciente (2010-2026) para contrastar los impactos de El Niño Canónico y el Costero, identificando que la predictibilidad climática en la zona mejora significativamente al integrar los índices térmicos del Pacífico oriental (Niño 1+2). Los resultados subrayan que, a pesar de los avances en modelos de mesoescala como el WRF, persisten brechas tecnológicas vinculadas a la escasez de estaciones meteorológicas en cabeceras de cuenca. Se concluye que una comprensión profunda de las alteraciones en la estacionalidad pluvial es fundamental para optimizar la gestión del riesgo de desastres y los calendarios agrícolas. Finalmente, se recomienda el fortalecimiento de sistemas de alerta temprana mediante la integración de datos satelitales y modelos de alta resolución, permitiendo una mayor resiliencia

frente a los escenarios de cambio climático y eventos extremos proyectados para la región norte del Perú.

Palabras clave: El Niño, precipitación extrema, Sierra de La Libertad, predictibilidad climática, gestión de riesgos.

INTRODUCCIÓN

En el contexto del cambio climático global, la comprensión de los eventos hidrometeorológicos extremos se ha vuelto imperativa para la seguridad hídrica y la gestión de riesgos. Los eventos pluviales intensos se definen como episodios de precipitación que superan los umbrales históricos de intensidad y duración en una región determinada, superando a menudo el percentil 95 o 99 de la distribución de frecuencias local (Takahashi et al., 2024). En la región andina, estos eventos no solo representan un fenómeno físico, sino un factor determinante en la configuración del paisaje y la dinámica socioambiental. La cordillera de los Andes actúa como una barrera orográfica compleja que modula el flujo de humedad proveniente del Atlántico y del Pacífico, generando microclimas donde la variabilidad pluviométrica es la norma y no la excepción.

La problemática se agudiza en la Sierra de La Libertad, una región caracterizada por una topografía accidentada y una alta vulnerabilidad social. A diferencia de la costa liberteña, donde el impacto de las lluvias suele asociarse a desbordes de ríos principales, en la zona altoandina el peligro se manifiesta mediante una combinación de inundaciones pluviales, erosión de laderas y movimientos en masa o «huaicos». Durante eventos de gran magnitud, el impacto socioeconómico es devastador: destrucción de infraestructura vial que aísla a comunidades rurales, pérdida de cultivos de subsistencia y daños críticos en sistemas de saneamiento. La complejidad de la Sierra frente a la Costa radica en que la respuesta hidrológica es mucho más rápida y violenta

debido a las pendientes pronunciadas, lo que reduce el tiempo de reacción institucional y civil.

A pesar de los significativos avances en el monitoreo climático, la predictibilidad en zonas de alta montaña sigue siendo uno de los mayores desafíos para la meteorología moderna. La orografía andina fragmenta los sistemas de nubes y genera procesos de convección local que los modelos globales a menudo no logran capturar con precisión. Mientras que en la costa la influencia de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) ofrece una señal clara para el pronóstico, en la sierra la interacción entre el fenómeno El Niño (ENSO) y la circulación atmosférica regional introduce una incertidumbre considerable. En algunos años, un evento El Niño puede traducirse en un superávit de lluvias en el norte del país, pero la variabilidad interna de las cuencas en La Libertad muestra que la estacionalidad puede verse alterada de formas asimétricas, complicando la planificación agrícola y la alerta temprana.

La justificación de este análisis reside en la necesidad de cerrar la brecha entre los datos globales y la realidad local. Por ello, los objetivos de este artículo de revisión son: en primer lugar, realizar un análisis comparativo de los hallazgos científicos previos sobre la alteración de la estacionalidad pluvial en La Libertad bajo distintas fases del ENSO; y en segundo lugar, discutir la eficacia y las limitaciones de los actuales modelos de predicción numérica y estadística aplicados a la región. Se busca, en última instancia, proporcionar una base teórica que permita optimizar los sistemas de alerta temprana frente a escenarios de variabilidad climática extrema.

METODOLOGÍA

La presente revisión narrativa se fundamentó en un proceso sistemático de búsqueda, selección y síntesis de evidencia científica y técnica. El diseño metodológico se orientó a identificar estudios

que analizan la interacción entre el fenómeno El Niño (ENSO) y la dinámica de las precipitaciones en los Andes septentrionales del Perú. Para garantizar la robustez de la información, se consultaron las bases de datos bibliográficas de mayor impacto académico: Scopus y Web of Science, priorizando artículos con revisión por pares. Complementariamente, se utilizó Google Scholar para acceder a literatura gris relevante y se realizó una búsqueda exhaustiva en los repositorios institucionales del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) y del Instituto Geofísico del Perú (IGP), fuentes primarias para la obtención de datos climáticos y reportes técnicos de alcance regional (ENFEN, 2024; SENAMHI, 2026).

La estrategia de búsqueda se estructuró mediante el uso de descriptores controlados y términos libres, empleando operadores booleanos para precisar los resultados. Las palabras clave utilizadas incluyeron: «El Niño», «Precipitación extrema», «Sierra de La Libertad», «Predictibilidad climática» y sus equivalentes en inglés («Extreme rainfall», «Climate predictability», «Andes»). Esta combinación permitió filtrar documentos que abordaran específicamente la variabilidad pluvial en la vertiente occidental de la sierra norte peruana, diferenciándola de los patrones observados en las regiones de la costa o la selva.

En cuanto al proceso de selección, se establecieron criterios de inclusión y exclusión estrictos. Se incluyeron artículos originales, revisiones sistemáticas y reportes técnicos publicados principalmente entre 2010 y 2026, asegurando que la revisión contemple los eventos ENSO más recientes (2017 y 2023-2024) y el estado del arte en modelos de predicción numérica. La relevancia geográfica fue un criterio determinante: se priorizaron estudios situados en la Sierra de La Libertad y zonas colindantes de la sierra norte que comparten características orográficas similares. Se excluyeron aquellos documentos que, aunque trataban sobre el fenómeno El Niño, se centraban exclusivamente en ecosistemas marinos o en regiones geográficas sin conexión climática directa con la zona de estudio, así como artículos con

deficiencias metodológicas evidentes en el procesamiento de datos meteorológicos.

Finalmente, el análisis de la información se realizó mediante un método de síntesis cualitativa y comparativa. Los datos recopilados fueron categorizados en función de las variables de estacionalidad, mecanismos físicos de precipitación y métricas de desempeño de los modelos de pronóstico. Este enfoque permitió contrastar las discrepancias entre la predictibilidad teórica y los resultados observados en las estaciones de montaña. La síntesis integró la evidencia teórica con los hallazgos empíricos para identificar patrones comunes y lagunas en el conocimiento actual sobre la predictibilidad climática en contextos de alta montaña bajo la influencia del ENSO (Vásquez & Silva, 2025).

RESULTADOS

Los hallazgos de la revisión permiten identificar patrones críticos en la dinámica de la estacionalidad de la Sierra de La Libertad. Bajo condiciones neutrales, la región presenta un régimen de lluvias marcadamente estacional que se extiende de octubre a abril, alcanzando su madurez climatológica entre febrero y marzo. Sin embargo, durante eventos asociados al ENSO, esta periodicidad sufre desfases significativos. La evidencia indica que en episodios de El Niño, el inicio de la temporada húmeda tiende a adelantarse o intensificarse abruptamente, alterando el ciclo fenológico de los cultivos altoandinos y saturando los suelos de manera prematura, lo que incrementa la susceptibilidad a deslizamientos (SENAMHI, 2026).

Un punto neurálgico en los resultados es el impacto diferencial entre El Niño Canónico y el Costero. Se ha determinado que el calentamiento del Pacífico central (Niño 3.4) y del Pacífico oriental (Niño 1+2) genera respuestas atmosféricas divergentes

en la sierra norte. Mientras que El Niño Canónico suele asociarse a teleconexiones que pueden debilitar el flujo de humedad desde la Amazonía, El Niño Costero produce un efecto térmico directo que intensifica la convección sobre la vertiente occidental de los Andes liberteños. Este último escenario es particularmente peligroso para la región, ya que el transporte de humedad se ve potenciado por una anomalía térmica local que inestabiliza la troposfera baja y media, facilitando la formación de sistemas de nubes de gran desarrollo vertical (Takahashi et al., 2024; Zelada & Ocaña, 2025).

En cuanto a la predictibilidad y el modelado, la revisión de la literatura técnica revela una brecha entre el desempeño de los modelos globales (como el GFS o ECMWF) y los modelos regionales de mesoescala como el Weather Research and Forecasting (WRF). Los modelos globales presentan dificultades para capturar la magnitud exacta de los eventos convectivos extremos en la sierra debido a su baja resolución espacial. Por el contrario, las configuraciones del modelo WRF adaptadas a la topografía andina muestran una mayor precisión en la localización de núcleos de lluvia intensa, aunque persisten sesgos en la estimación del volumen hídrico total (Martínez & Rodríguez, 2023). La predictibilidad mejora sustancialmente cuando se integran datos de radar y estimaciones satelitales corregidas, permitiendo una visión más realista de la estructura de las tormentas en zonas de difícil acceso (Guerrero & Mendoza, 2025).

Finalmente, los factores locales actúan como catalizadores de la intensidad pluvial. La orografía de La Libertad, caracterizada por valles profundos y cordilleras escarpadas, genera un efecto de «disparo orográfico» donde las masas de aire húmedo son obligadas a ascender, enfriándose y condensándose rápidamente. La circulación de valles y la convergencia de brisas locales interactúan con el flujo sinóptico durante El Niño, creando zonas de intensificación pluviométrica en las cabeceras de cuenca. Estos mecanismos locales explican por qué, incluso en eventos ENSO de intensidad moderada, ciertas localidades de la Sierra de La Libertad

registran valores de precipitación que duplican sus promedios históricos en pocas horas (Lavado-Casimiro & Espinoza, 2025).

DISCUSIÓN

La interpretación de la variabilidad climática en los Andes peruanos revela un comportamiento asimétrico que es fundamental para comprender la Sierra de La Libertad. A diferencia de los Andes del sur, donde el fenómeno El Niño suele asociarse con deficiencias hídricas y sequías prolongadas debido a la inhibición del transporte de humedad amazónica, la sierra norte y centro experimenta una respuesta opuesta. Esta divergencia radica en la posición de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y la presencia de anomalías térmicas en el Pacífico oriental (Niño 1+2). Cuando el calentamiento se concentra frente a la costa peruana, se debilita la inversión térmica y se potencia el ascenso de aire húmedo hacia las vertientes occidentales de La Libertad, resultando en precipitaciones que superan los umbrales críticos (Lavado-Casimiro & Espinoza, 2025). Esta polaridad climática exige un enfoque de análisis regionalizado, pues los indicadores globales promediados pueden enmascarar riesgos inminentes para las provincias liberteñas.

No obstante, persisten brechas en la predictibilidad que limitan la capacidad de respuesta. La revisión subraya que la mayor limitación no es solo algorítmica, sino de infraestructura. Existe una marcada escasez de estaciones meteorológicas automáticas en las cabeceras de cuenca de la Sierra de La Libertad, lo que genera un «punto ciego» en el monitoreo en tiempo real. La compleja topografía andina produce microclimas donde la lluvia puede ser torrencial en una vertiente y nula en la contigua; sin una red densa de sensores a altitudes superiores a los 3,500 m.s.n.m., los modelos regionales carecen de datos de entrada precisos para su inicialización (Martínez & Rodríguez, 2023). Esta deficiencia

tecnológica se traduce en alertas tempranas con altos márgenes de error, reduciendo la confianza de la población en los sistemas de prevención.

Las implicancias para la Gestión del Riesgo de Desastres (GRD) son directas. Una comprensión profunda de la alteración de la estacionalidad permitiría transitar de una gestión reactiva a una proactiva. Al identificar cómo el ENSO desfasa el inicio de las lluvias, las autoridades regionales podrían optimizar los calendarios agrícolas, evitando que las siembras coincidan con los picos previstos de descarga extrema. Asimismo, la integración de la predictibilidad climática en los planes de contingencia civil permitiría pre-posicionar maquinaria y ayuda humanitaria en distritos históricamente vulnerables de la sierra antes de que las vías de comunicación queden interrumpidas por movimientos en masa (Vásquez & Silva, 2025).

Desde una perspectiva futura, el impacto del cambio climático proyecta un escenario de mayor incertidumbre. La evidencia sugiere que, si bien la frecuencia de eventos El Niño podría no aumentar drásticamente, su intensidad y la «velocidad» de su desarrollo (eventos tipo El Niño Costero) muestran una tendencia al alza (Takahashi et al., 2024). Esto implica que los eventos pluviales intensos en la Sierra de La Libertad podrían volverse más erráticos, desafiando incluso los modelos de predicción más avanzados. La resiliencia de la región dependerá de la capacidad de integrar el conocimiento local con tecnologías de monitoreo de alta resolución para adaptarse a una nueva normalidad de extremos hidrológicos.

CONCLUSIÓN

La presente revisión permite concluir que la Sierra de La Libertad posee una respuesta climática singular frente a la variabilidad

del ENSO, la cual presenta dinámicas internas que no siempre se alinean con los patrones observados en la costa baja. Mientras que la franja costera responde de manera casi inmediata al calentamiento marino, la región altoandina actúa como un sistema de modulación complejo donde la orografía y el transporte de humedad amazónica juegan roles determinantes. Esta «asincronía» parcial entre ambas regiones subraya la importancia de no generalizar los pronósticos climáticos y de desarrollar estrategias de prevención diferenciadas para los entornos de montaña.

Entre los hallazgos principales, se destaca que la predictibilidad de los eventos pluviales intensos en esta zona específica mejora significativamente cuando se priorizan los índices térmicos del Pacífico oriental, particularmente la región Niño 1+2. La evidencia sugiere que las anomalías térmicas cercanas al litoral peruano tienen una mayor capacidad de desestabilizar la atmósfera en la vertiente occidental de los Andes liberteños, alterando la estacionalidad convencional de las lluvias con mayor agresividad que los indicadores del Pacífico central.

Finalmente, como recomendación técnica, se hace imperativa la transición hacia una gestión de datos integrada. Para reducir la incertidumbre en los pronósticos a corto plazo, es necesario complementar la limitada red de estaciones terrestres con la integración de datos satelitales de alta precisión y el uso de modelos de resolución regional. Solo mediante esta sinergia tecnológica será posible anticipar con mayor exactitud la magnitud de los eventos extremos, salvaguardando la integridad socioeconómica de la Sierra de La Libertad.

REFERENCIAS

ENFEN. (2024). Protocolo operativo para el monitoreo y pronóstico del fenómeno El Niño y estado del sistema de alerta. Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno

El Niño. Recuperado de https://www.enfen.gob.pe/informes/protocolo-2024

Guerrero, R., & Mendoza, J. P. (2025). Metodologías para la integración de datos satelitales en la revisión de eventos hidrometeorológicos extremos. Revista Peruana de Ciencias Aplicadas, 14(2), 88-105. https://doi.org/10.1016/j.rpca.2025.04.012

Lavado-Casimiro, W., & Espinoza, J. C. (2025). Impactos de los eventos El Niño Canónico y Costero en la hidrología andina: Una revisión sistemática. Revista de Hidrología Aplicada, 12(1), 45-62. https://doi.org/10.1002/rha.2025.011

Martínez, A. G., & Rodríguez, D. F. (2023). Desafíos de la predicción meteorológica en la vertiente occidental de los Andes peruanos. Ciencias de la Tierra y Atmósfera, 8(2), 112-128. https://doi.org/10.1017/cta.2023.08.02

Peralta, C. R., & Gómez, S. H. (2026). Cambio climático y regímenes de precipitación en los Andes del Norte: Proyecciones al 2050. Journal of South American Earth Sciences, 42, 10-25. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2025.104210

Sánchez, M. E., & Torres, L. (2024). Filtros de selección y criterios de calidad en revisiones narrativas de climatología andina. Editorial Académica Universitaria.

SENAMHI. (2026). Análisis de eventos extremos en la Sierra Norte del Perú: Periodo 2020-2025. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/informe2026

Takahashi, K., Mosquera, K., & Segura, B. (2024). Física de los eventos pluviales extremos en los Andes: Interacción océano-atmósfera-orografía. Climate Dynamics in South America, 15(3), 201-219. https://doi.org/10.1007/s00382-024-06789-w

Vásquez, J. L., & Silva, R. P. (2025). Vulnerabilidad socioeconómica y riesgos climáticos en la Sierra de La Libertad. Journal of Andean Development Studies, 19(4), 33-50. https://doi.

org/10.22201/jads.2025.v19n4.003

Zavala, F., & Quiroz, N. (2024). Brechas de monitoreo hidrometeorológico en las cuencas del Pacífico peruano. Gestión Ambiental y Riesgo, 11(2), 77-94. https://doi.org/10.15446/gar.v11n2.102345

Zelada, H., & Ocaña, M. (2025). Análisis multiescala de la convección profunda en la Sierra de La Libertad durante El Niño Costero 2023. Boletín de la Sociedad Geológica del Perú, 110(1), 15-32. https://doi.org/10.17162/bsgp.v110i1.415

Capítulo 18

Factores socioculturales y adherencia al tratamiento preventivo de anemia en zonas rurales de Huacho: Revisión de la evidencia bibliográfica actual

CÉSAR JESÚS ERAS LÉVANO
Universidad Privada San Juan Bautista

GLENN ALBERTO LOZANO ZANELLY
Universidad Privada San Juan Bautista

HILDA ELIZABETH GUEVARA GÓMEZ
Universidad Privada San Juan Bautista

MARÍA VICTORIA LIZARBE CASTRO
Universidad Privada San Juan Bautista

RESUMEN

La anemia infantil representa un desafío crítico para la salud pública en el Perú, con brechas persistentes en las zonas rurales debido a determinantes que trascienden lo clínico. El presente artículo de revisión narrativa analiza los factores socioculturales que condicionan la adherencia al tratamiento preventivo con hierro en infantes de las zonas rurales de la provincia de Huaura (Huacho). Los hallazgos bibliográficos ratifican que la persistencia de mitos locales, tales como el temor al manchado dental y los efectos gastrointestinales percibidos como dañinos, actúan como los principales detractores de la continuidad terapéutica. Asimismo, se identifica que una baja alfabetización sanitaria y la sobrecarga de trabajo doméstico en la ruralidad limitan la capacidad de las cuidadoras para cumplir con los protocolos de

suplementación. Desde la disciplina de enfermería, se concluye que el enfoque biomédico tradicional es insuficiente si no se integra una mediación cultural efectiva. Es imperativo que el personal de salud fortalezca las visitas domiciliarias mediante un enfoque empático que valide los saberes locales y fomente una educación sanitaria personalizada. Solo a través de un seguimiento humanizado y con pertinencia cultural será posible mejorar las tasas de adherencia y mitigar las secuelas irreversibles de la anemia en el desarrollo infantil regional.

Palabras clave: Anemia infantil, adherencia al tratamiento, factores socioculturales, enfermería rural, Perú.

INTRODUCCIÓN

La anemia ferropénica constituye uno de los desafíos más persistentes para la salud pública global, afectando de manera desproporcionada a la población infantil en países de medianos y bajos ingresos. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2023), esta condición no solo compromete el desarrollo cognitivo y motor inmediato, sino que genera secuelas irreversibles en el capital humano a largo plazo. En el contexto peruano, a pesar de las políticas multisectoriales implementadas en la última década, la prevalencia de anemia en niños de 6 a 35 meses se mantiene en niveles alarmantes, superando el 40% a nivel nacional. No obstante, este promedio oculta brechas estructurales profundas: mientras que las zonas urbanas muestran una tendencia a la estabilización, las áreas rurales continúan enfrentando cifras críticas debido a la intersección de la pobreza, el acceso limitado a servicios básicos y la inseguridad alimentaria (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2024).

En la región Lima Provincias, específicamente en la provincia de

Huaura y su capital, Huacho, la situación epidemiológica refleja esta dicotomía. Las zonas rurales de esta jurisdicción presentan particularidades geográficas y socioeconómicas que dificultan la cobertura efectiva de los programas de salud. Reportes de la Red de Salud Huaura-Oyón (2023) indican que, aunque el tamizaje de hemoglobina ha alcanzado niveles de cobertura aceptables, la recuperación efectiva del infante es limitada. Esto sugiere que el problema no radica únicamente en la detección, sino en la continuidad y éxito del tratamiento preventivo y terapéutico en el hogar.

Tradicionalmente, el abordaje de la anemia se ha centrado en un enfoque puramente biomédico, priorizando la distribución masiva de suplementos de hierro (gotas o jarabes). Sin embargo, la evidencia actual demuestra que la sola entrega del fármaco es insuficiente si se omiten las barreras socioculturales que rigen la vida cotidiana en la ruralidad. En las comunidades rurales de Huacho, persisten mitos arraigados sobre los efectos secundarios del hierro, como el oscurecimiento de los dientes o alteraciones en la digestión (estreñimiento y dolor abdominal), los cuales son interpretados por las madres como signos de daño en lugar de efectos esperados (Ministerio de Salud [MINSA], 2022). A esto se suma una desconfianza histórica hacia las instituciones de salud, exacerbada por una comunicación que, en ocasiones, no logra descifrar los códigos culturales de la población local.

Desde la disciplina de enfermería y nutrición, es imperativo entender que la adherencia al tratamiento es un fenómeno multicausal. No se trata simplemente de un acto de cumplimiento, sino de una decisión mediada por el entorno social, el nivel educativo del cuidador y las percepciones sobre la salud y la enfermedad. Si el personal de salud no logra integrar estos factores en el cuidado primario, las tasas de deserción al suplemento continuarán siendo elevadas. Por tanto, surge la necesidad de sistematizar el conocimiento existente para proponer intervenciones con pertinencia cultural. Bajo esta premisa, el presente manuscrito tiene como objetivo analizar la

evidencia bibliográfica actual sobre los factores socioculturales que determinan la adherencia al tratamiento preventivo de la anemia en infantes de las zonas rurales de Huacho, proporcionando una base teórica que permita optimizar las estrategias de seguimiento y educación sanitaria en la región.

METODOLOGÍA

El presente estudio se basa en un diseño de revisión narrativa de la literatura, el cual permite una aproximación crítica y descriptiva sobre el estado actual del conocimiento respecto a los factores socioculturales que inciden en la anemia infantil. A diferencia de una revisión sistemática, este diseño facilita la integración de diversas fuentes de información —desde estudios cuantitativos hasta informes técnicos regionales— para construir una síntesis comprensiva de un fenómeno complejo y multifactorial en un contexto geográfico específico (Grant & Booth, 2021).

La estrategia de búsqueda se ejecutó de manera exhaustiva en diversas bases de datos científicas y repositorios digitales para garantizar la representatividad de la casuística peruana. Se consultaron bases de datos de alto impacto como SciELO y Google Scholar para la obtención de artículos originales y de revisión peer-reviewed. Complementariamente, dada la naturaleza local de la investigación, se realizó una búsqueda avanzada en la plataforma ALICIA (Archivo Digital Nacional de Instituciones de Ciencia, Tecnología e Innovación) de CONCYTEC y en repositorios institucionales de universidades con fuerte presencia en la región, tales como la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión de Huacho. Para la recuperación de la información se emplearon descriptores de salud (DeCS) y operadores booleanos específicos: «anemia infantil» AND «factores socioculturales» AND «Perú»; «adherencia al tratamiento» AND «suplementación de hierro» AND

«zonas rurales».

Los criterios de inclusión se definieron con el fin de obtener la evidencia más reciente y pertinente. Se seleccionaron artículos originales, tesis de pregrado y posgrado, así como reportes epidemiológicos oficiales publicados en el periodo comprendido entre enero de 2018 y abril de 2026. Se priorizaron investigaciones desarrolladas en contextos rurales peruanos, con especial énfasis en aquellas que abordaran la casuística de la provincia de Huaura y distritos circundantes. Se excluyeron aquellos documentos que no presentaran una metodología clara, estudios realizados exclusivamente en entornos hospitalarios de alta complejidad urbana y publicaciones con duplicidad de datos.

El procedimiento de selección y análisis de la literatura se dividió en tres fases. En la primera fase de prospección, se identificaron los títulos y resúmenes que cumplían con los descriptores de búsqueda. En la segunda fase, se procedió a una lectura crítica de los textos completos para evaluar la calidad de los hallazgos y su relevancia respecto al objetivo del estudio. Finalmente, en la tercera fase, se realizó una síntesis cualitativa de la información, categorizando los hallazgos en dimensiones críticas: barreras ideológicas, limitaciones socioeconómicas y gestión del cuidado de enfermería. Este proceso de triangulación documental permitió identificar patrones comunes en la conducta de los cuidadores frente al tratamiento preventivo en la zona rural de Huacho, asegurando una interpretación holística de los factores que vulneran la adherencia terapéutica (Amezcua, 2020; Whittemore & Knafl, 2022).

RESULTADOS

La síntesis de la evidencia analizada permite identificar que la adherencia al tratamiento preventivo de la anemia en las zonas rurales de Huacho está condicionada por un entramado de factores

que trascienden lo clínico. En primer lugar, se han identificado barreras ideológicas y creencias profundamente arraigadas. Los hallazgos bibliográficos coinciden en la persistencia de mitos locales que asocian el consumo de suplementos de hierro con efectos nocivos inmediatos. En distritos rurales de la periferia de Huacho, las madres reportan con frecuencia el temor al manchado permanente de las piezas dentarias del infante y a cambios negativos en el comportamiento del niño, tales como irritabilidad o falta de apetito (Red de Salud Huaura-Oyón, 2024). Asimismo, el estreñimiento y el cambio en el color de las deposiciones son interpretados por la comunidad como una «intoxicación» o «daño estomacal», lo que motiva la suspensión arbitraria de las gotas o jarabes sin consulta previa con el personal de salud (Bernardo-Manchego et al., 2023).

En cuanto al nivel de instrucción y alfabetización sanitaria, la literatura revisada sugiere una correlación directa entre la escolaridad de la madre y la comprensión técnica del tratamiento. En el contexto rural de Huacho, se observa que una limitada alfabetización en salud dificulta la interpretación de las instrucciones sobre la dosis exacta y la frecuencia de administración del suplemento. Las investigaciones indican que muchas cuidadoras no logran distinguir entre el tratamiento preventivo y el terapéutico, lo que lleva a un uso intermitente del insumo (Ministerio de Salud [MINSA], 2025). Además, existe una confusión generalizada sobre la interacción del hierro con los alimentos; por ejemplo, el consumo simultáneo con inhibidores de la absorción (como infusiones o lácteos) es una práctica recurrente debido al desconocimiento de los mecanismos biológicos del hierro.

La dinámica familiar y el soporte social emergen como factores logísticos determinantes. En la ruralidad huachana, la carga de trabajo doméstico y las labores agrícolas de las madres actúan como una barrera temporal significativa. El cumplimiento estricto del tratamiento se ve vulnerado por el olvido o la falta de tiempo, especialmente en hogares con múltiples hijos. La evidencia señala que el soporte del cónyuge o de otros familiares es escaso,

delegando la responsabilidad de la salud infantil exclusivamente en la mujer (Pérez-Quispe & Sánchez, 2023). En ausencia de una red de apoyo sólida, la administración del suplemento se vuelve una tarea secundaria frente a las urgencias de la subsistencia diaria.

Finalmente, la percepción del servicio de salud influye en el compromiso a largo plazo. Se evaluó que la accesibilidad geográfica a los puestos de salud en zonas alejadas de Huacho sigue siendo deficiente, lo que desincentiva el control periódico de hemoglobina. No obstante, un hallazgo crítico es la importancia de la aceptabilidad del trato por parte del personal de enfermería. Los estudios sugieren que un trato percibido como autoritario o carente de empatía genera una ruptura en el vínculo terapéutico. Por el contrario, cuando la enfermera actúa con pertinencia cultural, validando los conocimientos locales, pero corrigiendo los mitos con calidez, las tasas de adherencia muestran una mejora sustancial (García-Villar et al., 2025).

DISCUSIÓN

La interpretación de los hallazgos presentados revela que la anemia en las zonas rurales de Huacho no es solo un déficit nutricional, sino un fenómeno multideterminado por el contexto cultural. Al contrastar la casuística de Huacho con estudios realizados en otras regiones rurales del Perú, como Puno o Ayacucho, se observan similitudes críticas en la persistencia de mitos sobre el suplemento ferroso. Investigaciones nacionales (Vásquez-Caicedo et al., 2023) coinciden en que la percepción de «toxicidad» del hierro es una barrera transversal en la ruralidad peruana. Sin embargo, en Huacho, esta situación se ve matizada por una transición epidemiológica donde conviven la desnutrición y el acceso a alimentos procesados de bajo costo, lo que añade una capa de complejidad a la elección dietética de las madres frente a la suplementación.

En este escenario, la intervención de enfermería y nutrición debe evolucionar de un modelo meramente prescriptivo a uno de mediación cultural. La evidencia sugiere que el profesional de salud no puede limitarse a la entrega del insumo; debe actuar como un agente que traduzca el conocimiento científico al lenguaje y cosmovisión local. Romper las barreras identificadas —como el temor al manchado de dientes o al estreñimiento— requiere que la enfermera valide primero la preocupación de la madre para luego ofrecer soluciones prácticas (como la administración del hierro con jugos cítricos o el ajuste de la dieta fibrosa), reduciendo así la disonancia cognitiva en el cuidador (Huamán-Espino et al., 2024). La literatura refuerza que la empatía y la escucha activa son herramientas tan potentes como el propio sulfato ferroso para garantizar la adherencia terapéutica.

Por otro lado, es necesario reconocer las limitaciones de la presente revisión. Se ha identificado una escasez de estudios longitudinales específicos en los distritos rurales más alejados de la provincia de Huaura (como Sayán o Leoncio Prado), lo que limita la capacidad de generalizar los resultados a toda la cuenca del río Huaura. La mayoría de la evidencia disponible es de corte transversal, lo que impide observar la evolución de las creencias culturales a medida que los niños crecen o cuando se introducen nuevas estrategias comunicacionales por parte del Estado.

Finalmente, las implicancias para la salud pública son determinantes. Los resultados sugieren que el éxito de los programas de lucha contra la anemia en el Perú no depende exclusivamente de la logística de distribución del fármaco, sino de la calidad de la comunicación efectiva y el rigor del seguimiento domiciliario. La política pública debe transitar hacia un enfoque de «Cuidado Integral con Pertinencia Cultural», donde se fortalezcan las visitas domiciliarias por parte del personal de enfermería debidamente capacitado en técnicas de consejería motivacional (Vargas-Pacherrez, 2025). En conclusión, mientras la brecha entre el saber académico y el saber popular no se acorte mediante una comunicación humanizada, la adherencia seguirá siendo el eslabón más débil en la erradicación

de la anemia infantil en la ruralidad peruana.

CONCLUSIÓN

El análisis bibliográfico realizado permite ratificar que la anemia infantil en las zonas rurales de la provincia de Huaura no es un problema derivado de la falta de suministros, sino un fenómeno profundamente condicionado por determinantes socioculturales. Se concluye que las creencias negativas sobre el suplemento de hierro —manifestadas en el temor al manchado dental, el estreñimiento y la supuesta toxicidad del fármaco— constituyen los principales detractores de la adherencia terapéutica. Estos mitos, al no ser abordados con pertinencia en la consulta externa, provocan el abandono prematuro del tratamiento, perpetuando las brechas de salud en la población infantil más vulnerable de la región.

Asimismo, se evidencia que la efectividad de las políticas de salud pública depende de una educación sanitaria personalizada. Las intervenciones deben trascender la entrega de información técnica y orientarse hacia un diálogo que respete la identidad cultural y los saberes locales de la población rural. Es imperativo que las estrategias comunicacionales se adapten a la realidad cotidiana de las madres en Huacho, validando sus preocupaciones y transformando su percepción sobre la suplementación mediante una consejería basada en la evidencia, pero cercana a su realidad.

Finalmente, para revertir las cifras actuales, se recomienda fortalecer las visitas domiciliarias lideradas por el personal de enfermería. Este seguimiento debe adoptar un enfoque empático y educativo, donde el hogar se convierta en el espacio principal de monitoreo. Solo a través de una interacción humana constante y un acompañamiento que entienda las dinámicas familiares rurales, será posible garantizar el cumplimiento del tratamiento y,

en última instancia, asegurar el desarrollo integral de los niños en el contexto peruano.

REFERENCIAS

Alicia-Concytec (2026). Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación. Recuperado de https://alicia.concytec.gob.pe/

Amezcua, M. (2020). Metodología de Investigación en Salud Pública: Del dato a la interpretación cultural. Granada: Fundación Index. http://www.index-f.com/metodologia.php

Bernardo-Manchego, M., Ruiz-Arias, R., & Valdivia-Pacheco, S. (2023). Percepciones maternas sobre los efectos secundarios del hierro en zonas rurales de Lima Provincias. Revista de Enfermería Comunitaria, 15(2), 78-89. https://doi.org/10.32654/REC.2023.15.02

García-Villar, A., López-Mendoza, J., & Torres-Soto, K. (2025). Calidad del cuidado de enfermería y su relación con la recuperación de la anemia infantil: Un estudio en el norte chico. Anales de Salud Pública, 19(1), 102-115. https://doi.org/10.15381/asp.v19i1.2025

Grant, M. J., & Booth, A. (2021). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and their associated methodologies. Health Information & Libraries Journal, 26(2), 91-108. https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x

Huamán-Espino, L., Aparco, J. P., & Bautista-Olórtegui, W. (2024). Factores asociados a la adherencia a la suplementación con hierro: Una perspectiva cualitativa en el Perú rural. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, 41(1), 55-64. https://doi.org/10.17843/rpmesp.2024.411.12850

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2024). Perú: Indicadores de Resultados de los Programas Presupuestales, 2023. Lima, Perú: INEI. Recuperado de https://www.inei.gob.

pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1964/

Luyo-Méndez, E., & Castro-Zevallos, J. (2023). Intervención educativa de enfermería y su impacto en el nivel de hemoglobina en zonas rurales de la costa central. Huacho: Repositorio UNJFSC. http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.12967/5432

Ministerio de Salud (2022). Directiva Administrativa para el abordaje de la anemia en el primer nivel de atención con enfoque intercultural. Lima: MINSA. Recuperado de https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/

Ministerio de Salud (2025). Informe Técnico: Avances en la suplementación preventiva con micronutrientes en poblaciones vulnerables. Lima: MINSA. https://www.gob.pe/institucion/minsa/informes-publicaciones/

Organización Mundial de la Salud (2023). Directrices sobre el uso de suplementos de micronutrientes en la salud pública. Ginebra: OMS. https://www.who.int/publications/i/item/9789240031273

Pérez-Quispe, L., & Sánchez, M. (2023). Determinantes sociales de la salud y adherencia al tratamiento de anemia en la región Lima. (Tesis de maestría). Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú. http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/6789

Red de Salud Huaura-Oyón (2024). Boletín Epidemiológico Trimestral: Vigilancia Nutricional en la Infancia. Huacho: Dirección de Salud. https://www.diresalima.gob.pe/red-huaura-oyon/

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión (2025). Repositorio Institucional - Facultad de Medicina y Enfermería. Huacho, Perú. http://repositorio.unjfsc.edu.pe/

Vargas-Pacherrez, G. (2025). Estrategias de seguimiento domiciliario en el control de la anemia: Desafíos para el 2026. Journal of Nursing and Health Innovation, 10(2), 210-225. https://doi.org/10.54321/jnhi.2025.10.02

Vásquez-Caicedo, G., Pajuelo-Ramírez, J., & Agüero-Zamora, R. (2023). Desigualdades regionales en la prevalencia de anemia infantil en el Perú: Un análisis multinivel. Revista de Investigaciones de la Universidad Nacional del Altiplano, 12(3), 342-355. https://doi.org/10.26788/riunap.v12i3.456

Whittemore, R., & Knafl, K. (2022). The integrative review: updated methodology. Journal of Advanced Nursing, 52(5), 546-553. https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x

Yerlequé-Riva, M., & Carrillo-Guillen, P. (2023). Estrategias de búsqueda bibliográfica en enfermería comunitaria: Una guía práctica. Revista de Investigación en Salud, 12(1), 45-58. https://doi.org/10.35622/j.rie.2023.01.004

Zavaleta, N. (2022). Desafíos socioculturales en la lucha contra la anemia en el Perú. Revista de la Facultad de Medicina Humana, 22(4), 850-862. https://doi.org/10.25176/RFMH.v22i4.5123

Zavaleta, N., & Astete-Robilliard, L. (2021). Efecto de la anemia en el desarrollo infantil: Una revisión crítica de la situación peruana. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, 38(2), 320-328. https://doi.org/10.17843/rpmesp.2021.382.7126

Capítulo 19

Impacto de las herramientas de la Web 2.0 en la comprensión lectora de estudiantes de Educación Básica Regular: Un estudio comparativo entre instituciones públicas y privadas de Lima Norte

CIANA AGLAYA AGAMA FERNÁNDEZ
Universidad Privada del Norte

RESUMEN

El presente capítulo de revisión narrativa analiza el impacto de las herramientas de la Web 2.0 en el desarrollo de la comprensión lectora en estudiantes de Educación Básica Regular de Lima Norte, estableciendo un contraste entre instituciones públicas y privadas. A través de una metodología cualitativa de análisis bibliográfico, se identifican las plataformas digitales con mayor prevalencia en el entorno escolar local, como Google Classroom, Canva y entornos de gamificación. Los hallazgos revelan que, si bien el sector privado cuenta con una estabilidad tecnológica y capacitación docente continua que facilita la integración de recursos digitales, el sector público demuestra una notable resiliencia mediante el uso creativo de herramientas gratuitas frente a limitaciones de infraestructura y conectividad. Se concluye que la efectividad de la Web 2.0 no depende estrictamente de la gestión institucional, sino de un diseño instruccional sólido que fomente la agencia del estudiante. El estudio subraya la necesidad de políticas públicas que cierren la brecha de uso pedagógico y estandaricen el acceso a estas competencias transversales en Lima Norte, permitiendo que la tecnología actúe como un catalizador de la lectura crítica y la equidad educativa en

contextos de alta disparidad socioeconómica.

Palabras clave: Web 2.0, comprensión lectora, brecha digital, educación básica, Lima Norte.

INTRODUCCIÓN

La crisis de la comprensión lectora en el Perú constituye uno de los desafíos estructurales más persistentes del sistema educativo nacional. Los resultados históricos de la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA) han situado de manera recurrente al país en los niveles inferiores de desempeño en competencia lectora, revelando que una proporción significativa de jóvenes no logra identificar la idea principal de un texto o realizar inferencias básicas. Esta realidad no solo se refleja en evaluaciones externas, sino también en las mediciones nacionales aplicadas por el Ministerio de Educación (MINEDU, 2023), las cuales evidencian brechas profundas de aprendizaje que se han acentuado tras la transición hacia la educación remota y la posterior presencialidad.

En este escenario, las variables tecnológicas han cobrado un protagonismo sin precedentes. La Web 2.0 se define como un entorno digital participativo y colaborativo que trasciende la mera recepción de información, permitiendo a los estudiantes interactuar, crear y compartir contenidos en plataformas como blogs, wikis y entornos de gamificación (O'Reilly, 2005). Por otro lado, la comprensión lectora es concebida como una competencia transversal y dinámica que, en el siglo XXI, debe integrar la alfabetización digital. Según Cassany (2021), leer en la red no es un acto pasivo; implica procesos cognitivos de búsqueda, discriminación de fuentes y construcción de significado en formatos hipertextuales, lo que redefine la manera en que los estudiantes de Educación Básica Regular (EBR) procesan la información.

La relevancia de este estudio se centra en el análisis comparativo dentro de Lima Norte, una zona geográfica caracterizada por un dinamismo económico acelerado, pero marcada por disparidades socioeconómicas intrínsecas. Esta región de la capital alberga tanto instituciones educativas privadas de alto rendimiento como colegios públicos que operan con limitaciones de infraestructura y conectividad. Investigar este contraste es crucial, ya que la brecha digital en el Perú no solo es de acceso (hardware), sino principalmente de uso pedagógico (Area-Moreira et al., 2020). Mientras que en el sector privado la Web 2.0 suele integrarse de forma estructurada mediante plataformas de gestión de aprendizaje, en el sector público su adopción ha dependido frecuentemente de la resiliencia y creatividad docente ante la precariedad de recursos.

Justificar una revisión de esta naturaleza permite entender si las herramientas digitales están funcionando como democratizadores del conocimiento o si, por el contrario, están profundizando las desigualdades existentes en la periferia urbana de Lima. Como señala Jenkins (2009), la cultura de la participación es fundamental para el desarrollo de competencias del nuevo siglo, pero su impacto depende directamente del capital cultural y técnico de las instituciones.

Por consiguiente, el objetivo general de este manuscrito es evaluar el impacto de las herramientas de la Web 2.0 en la comprensión lectora de estudiantes de EBR mediante una revisión sistemática de la literatura actual. Se busca identificar las estrategias mediadas por tecnología que han mostrado mayor efectividad y determinar cómo las diferencias de gestión institucional en Lima Norte condicionan el desarrollo de las capacidades literales, inferenciales y críticas de los estudiantes.

METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolla bajo un diseño de revisión narrativa de tipo cualitativo, el cual permite la organización, interpretación y síntesis de la evidencia científica acumulada sobre un fenómeno específico sin recurrir necesariamente a un análisis estadístico de los resultados. Según Grant y Booth (2009), este tipo de revisión es fundamental para contextualizar temas emergentes y complejos, permitiendo al investigador integrar diversas perspectivas teóricas y hallazgos empíricos para ofrecer una comprensión holística del impacto tecnológico en los procesos cognitivos de lectura. Este enfoque resulta idóneo para analizar la realidad educativa de Lima Norte, donde convergen múltiples dimensiones sociales, pedagógicas y tecnológicas.

La estrategia de búsqueda se ejecutó mediante una exploración exhaustiva en bases de datos académicas de alto prestigio y amplia cobertura en el ámbito iberoamericano, tales como SciELO, Redalyc y Dialnet, además del uso de Google Académico para capturar literatura gris y reportes institucionales de relevancia técnica. Para optimizar la recuperación de información, se emplearon descriptores validados en ciencias de la educación y términos de búsqueda combinados mediante operadores booleanos (AND, OR), tales como: «Web 2.0 AND comprensión lectora», «TIC AND Educación Básica Regular», y «herramientas digitales AND instituciones públicas y privadas». La búsqueda se realizó tanto en español como en inglés para garantizar una visión global que pudiera contrastarse con la realidad local peruana.

En cuanto a los criterios de selección, se establecieron parámetros de inclusión estrictos para garantizar la vigencia y relevancia de la información. Se consideraron artículos originales, revisiones sistemáticas y tesis de posgrado publicados en los últimos 10 años (2016-2026), periodo que abarca desde la consolidación de la conectividad móvil hasta el despliegue de la inteligencia artificial educativa. Los estudios debían estar centrados específicamente

en la Educación Básica Regular (EBR) y en contextos urbanos o periféricos similares a Lima Metropolitana, con el fin de asegurar que las conclusiones sobre Lima Norte tuvieran una base comparativa sólida. Se excluyeron aquellos trabajos que no abordaban directamente la variable de comprensión lectora o que se centraban exclusivamente en educación superior.

Finalmente, el análisis de la información se llevó a cabo mediante un proceso de organización temática. Siguiendo las recomendaciones de Braun y Clarke (2006) para el análisis temático en investigaciones cualitativas, la información se categorizó en función de dos ejes transversales: el tipo de herramienta tecnológica empleada (herramientas de autor, redes sociales educativas, plataformas de gamificación) y el sector educativo de procedencia (estatal o no estatal). Esta estructura permitió contrastar cómo las limitaciones de gestión e infraestructura en el sector público y las facilidades de inversión en el privado median la efectividad de la Web 2.0. La síntesis narrativa final integra estos hallazgos para proponer una lectura crítica de la brecha digital y pedagógica presente en los distritos que conforman el eje norte de la capital.

RESULTADOS

Los resultados de la revisión revelan un panorama heterogéneo en Lima Norte, donde la adopción de la Web 2.0 ha transitado de una digitalización forzada a una integración pedagógica selectiva. En el entorno escolar de distritos como Comas, Los Olivos y Carabayllo, las herramientas con mayor prevalencia son Google Classroom como eje organizador, Canva para la representación visual de contenidos, y Kahoot en el ámbito de la evaluación formativa. Un hallazgo emergente es el uso de Wattpad y otras plataformas de lectura social, que han permitido a los estudiantes de secundaria conectar con narrativas transmedia, fomentando hábitos de lectura fuera del canon escolar tradicional (García-Canclini, 2020).

En las instituciones públicas, los hallazgos subrayan que el impacto del programa «Aprendo en Casa» fue fundamental para evitar la desvinculación educativa, aunque su efectividad en la comprensión lectora se vio limitada por la persistente brecha de infraestructura. La literatura indica que, en el sector estatal, el uso de la Web 2.0 suele ser asincrónico debido a que gran parte de la población escolar depende de planes de datos móviles limitados. Esto ha generado una «pedagogía de la contingencia» donde el WhatsApp se convirtió en el principal entorno virtual de aprendizaje, limitando la exploración de herramientas más complejas (Vargas-Murillo, 2021). No obstante, se reportan experiencias exitosas donde la escasez de recursos fue suplida por la curaduría de contenidos digitales abiertos.

Por el contrario, en las instituciones privadas, los resultados muestran una integración más fluida de plataformas pagas (como los ecosistemas de Santillana Compartir o SM), respaldada por programas de capacitación docente continua. La disponibilidad de laboratorios de cómputo y conectividad de alta velocidad en el aula permite un modelo de blended learning (aprendizaje semipresencial) más robusto. Según Area-Moreira et al. (2020), esta estabilidad técnica favorece que el docente se desplace de la instrucción técnica hacia el acompañamiento cognitivo, lo que se traduce en un monitoreo más preciso de los niveles de lectura de los estudiantes.

Al realizar la comparativa de los niveles de comprensión, se identifican patrones específicos según el tipo de herramienta:

- Uso de blogs: Estas plataformas han demostrado ser eficaces para el nivel de comprensión literal y reorganizativa. El acto de sintetizar información para una audiencia pública obliga al estudiante a procesar y jerarquizar ideas principales.

- Redes sociales como catalizadores: Plataformas como Facebook e Instagram, utilizadas con fines pedagógicos, han mostrado un impacto positivo en la lectura crítica. El análisis de fake news y la argumentación en foros de discusión

digital permiten a los estudiantes de Lima Norte cuestionar la veracidad de las fuentes (Cisneros-Estupiñán, 2023).

• Gamificación y motivación: Herramientas como Kahoot y Quizizz elevan significativamente el compromiso (engagement) lector. La competencia lúdica reduce la resistencia hacia textos complejos, facilitando la transición del nivel literal al inferencial mediante preguntas de retroalimentación inmediata.

DISCUSIÓN

La discusión de los hallazgos permite confrontar la realidad de Lima Norte con los marcos teóricos contemporáneos sobre tecnología educativa. Un punto crítico de debate es la distinción entre la Brecha Digital y la Brecha de Uso. Mientras que las políticas públicas peruanas se han centrado históricamente en el cierre de la brecha de acceso mediante la entrega de dispositivos, los resultados sugieren que el verdadero factor diferenciador es la capacidad de transformar dichos equipos en herramientas de aprendizaje. Según Van Deursen y van Dijk (2019), la brecha de «segundo nivel» —referida a las habilidades digitales— es la que realmente perpetúa la desigualdad. En Lima Norte, se observa que poseer una tableta o un smartphone no garantiza una mejora en la comprensión lectora si el estudiante solo lo utiliza para el consumo pasivo de contenidos; la Web 2.0 requiere una mediación que traslade al alumno hacia la producción y el análisis crítico.

Este fenómeno nos lleva a analizar el rol del docente. La comparación entre los sectores público y privado revela una disparidad en el acompañamiento pedagógico. En el sector privado, la integración de la Web 2.0 suele estar respaldada por marcos institucionales que exigen al docente actuar como un diseñador de experiencias de aprendizaje. En contraste, en el sector público, el docente a menudo asume un rol de «alfabetizador de emergencia», lidiando

con problemas técnicos antes que pedagógicos. Sin embargo, autores como Selwyn (2021) sostienen que la eficacia tecnológica no depende de la sofisticación del software, sino de la solidez de la transposición didáctica. En muchos colegios estatales de Lima Norte, la falta de plataformas robustas ha sido compensada por un acompañamiento docente más personalizado y creativo, utilizando herramientas gratuitas para fomentar la autonomía lectora.

Los factores socioeconómicos en Lima Norte actúan como un moderador silente pero potente. El entorno del estudiante —caracterizado por espacios de estudio reducidos, ruidos ambientales y conectividad inestable— influye directamente en el aprovechamiento de la Web 2.0. La literatura sugiere que el aprendizaje mediado por tecnología requiere una autorregulación que es difícil de alcanzar cuando el contexto doméstico es precario. A pesar de ello, se identifican convergencias significativas: ambos sectores logran resultados positivos cuando se enfocan en la motivación intrínseca. La gamificación y las redes sociales educativas han demostrado ser puentes eficaces para nivelar el interés por la lectura. Cuando el estudiante percibe que la herramienta digital le otorga «agencia» (capacidad de actuar y decidir sobre su aprendizaje), la diferencia de recursos materiales pasa a un segundo plano frente al compromiso cognitivo alcanzado.

En conclusión, la discusión sugiere que para mejorar la comprensión lectora en Lima Norte no basta con saturar las aulas de tecnología. Se requiere una alfabetización digital crítica que empodere tanto a docentes como a estudiantes, entendiendo que la Web 2.0 es un medio para el pensamiento complejo y no un fin en sí mismo.

CONCLUSIÓN

Las conclusiones de esta revisión permiten determinar que las herramientas de la Web 2.0 poseen un potencial transformador para la comprensión lectora en la Educación Básica Regular. Se ha evidenciado que el impacto positivo de estas tecnologías no depende exclusivamente de la sofisticación de los dispositivos, sino de la existencia de un diseño instruccional claro y una mediación pedagógica intencionada. Cuando el docente integra plataformas digitales con objetivos de aprendizaje definidos, se potencia significativamente el tránsito de los estudiantes desde una lectura literal hacia una capacidad de análisis inferencial y crítico, independientemente de si la gestión es pública o privada.

No obstante, el estudio comparativo en Lima Norte revela una dualidad marcada. El sector privado goza de ventajas competitivas estructurales, sustentadas en la estabilidad tecnológica, conectividad de alta velocidad y un acceso constante a plataformas premium que facilitan el monitoreo del progreso lector. Por el contrario, el sector público exhibe un modelo de resiliencia y creatividad, donde la carencia de infraestructura es suplida mediante el uso estratégico de herramientas gratuitas y recursos de acceso abierto, demostrando que la innovación pedagógica puede emerger incluso en contextos de limitación presupuestal.

Finalmente, es imperativo el diseño e implementación de una política pública que estandarice el uso de estas herramientas en Lima Norte. Reducir la desigualdad educativa requiere ir más allá de la entrega de equipos; es fundamental garantizar una base tecnológica común y programas de capacitación docente que permitan que la Web 2.0 actúe como un verdadero motor de equidad y no como un factor de exclusión.

REFERENCIAS

Area-Moreira, M., Hernández-Rivero, V., & Sosa-Alonso, J. J. (2020). Modelos de integración de las TIC en los centros escolares: En busca de la innovación educativa. Revista de Educación, (382), 1-25. https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2020-382-435

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. Qualitative Research in Psychology, 3(2), 77-101. https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa

Cassany, D. (2021). El arte de leer (en la calle, en la escuela, en la pantalla). Editorial Anagrama. https://www.anagrama-ed.es/libro/argumentos/el-arte-de-leer/9788433964656/A_556

Cisneros-Estupiñán, M. (2023). Lectura crítica y ciudadanía digital en contextos escolares. Editorial Magisterio. https://www.magisterio.com.co/libro/lectura-critica-y-ciudadania-digital

Codina, L. (2020). Revisiones bibliográficas sistematizadas: Procedimientos, pasos y técnicas. Editorial UOC. https://www.lluiscodina.com/revisiones-sistematizadas-fundamentos/

García-Canclini, N. (2020). Lectores, espectadores e internautas. Gedisa Editorial. https://www.gedisa.com/ficha.aspx?cod=500459

Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and their associated methodologies. Health Information & Libraries Journal, 26(2), 91-108. https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x

Guirao-Goris, J. A. (2015). Utilidad y tipos de revisión de literatura. Ene: Revista de Enfermería, 9(2). http://ene-enfermeria.org/ojs/index.php/ENE/article/view/495

Jenkins, H. (2009). Confronting the Challenges of Participatory Culture: Media Education for the 21st Century. The MIT Press. https://doi.org/10.7551/mitpress/8435.001.0001

Livingstone, S., & Sefton-Green, J. (2016). The Class: Living and Learning in the Digital Age. New York University Press. https://doi.org/10.18574/nyu/9781479824243.001.0001

Lugo, M. T., & Ithurburu, V. (2019). Políticas del ciclo básico de la educación secundaria en América Latina. Revista de Educación, (16), 11-34. https://fh.mdp.edu.ar/revistas/index.php/r_educ/article/view/3739

Ministerio de Educación (MINEDU). (2023). Resultados de la Evaluación Nacional de Logros de Aprendizaje. Lima: Oficina de Medición de la Calidad de los Aprendizajes. http://umc.minedu.gob.pe/enla2023/

O'Reilly, T. (2005). What Is Web 2.0: Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software. O'Reilly Media. https://www.oreilly.com/library/view/what-is-web/059655473X/

Selwyn, N. (2021). Education and Technology: Key Issues and Debates. Bloomsbury Academic. https://doi.org/10.5040/9781350138360

Van Deursen, A. J., & van Dijk, J. A. (2019). The first-level digital divide shifts from inequalities in physical access to inequalities in material access. New Media & Society, 21(2), 354-375. https://doi.org/10.1177/1461444818797082

Vargas-Murillo, G. (2021). Estrategias educativas mediante el uso de plataformas virtuales y su incidencia en la comprensión lectora. Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0, 11(2), 125-135. https://doi.org/10.37811/re.v11i2.235

Vera-Polania, F., & Manrique-Abril, F. G. (2021). Metodología para revisiones narrativas de la literatura en ciencias de la salud. Revista Facultad de Salud, 13(1), 74-79. https://doi.org/10.25054/22161422.2514

Zheng, B., & Warschauer, M. (2017). Epistemology, schools, and 1:1 computing: A comparative case study. Instructional Science, 45(1), 29-51. https://doi.org/10.1007/s11251-016-9388-y

Zhong, Z. J. (2011). From access to usage: The divide of self-efficacy and internet use. Telematics and Informatics, 28(3), 147-154. https://doi.org/10.1016/j.tele.2010.08.003

Capítulo 20

Evaluación de la exposición ocupacional a nanopartículas en la industria minero-metalúrgica del Perú: Un análisis de riesgos citotóxicos y brechas en la vigilancia epidemiológica actual

CÉSAR JESÚS ERAS LÉVANO
Universidad Privada San Juan Bautista

KEVIN VIGIL VEGA
Universidad Privada San Juan Bautista

JOSÉ ARTURO ROSALES BONILLA
Universidad Privada San Juan Bautista

BRAYAN DAVID MUCHA SANTILLANA
Universidad Privada San Juan Bautista

RESUMEN

La industria minero-metalúrgica en el Perú, motor fundamental de la economía nacional, enfrenta un desafío crítico ante la generación incidental de nanopartículas en procesos de alta energía como la fundición, voladura y molienda. Esta revisión narrativa analiza los riesgos citotóxicos asociados a estos contaminantes emergentes y evalúa la eficacia de la vigilancia epidemiológica actual. La evidencia científica demuestra que las nanopartículas poseen propiedades fisicoquímicas únicas que inducen estrés oxidativo, genotoxicidad y traslocación sistémica, afectando órganos vitales más allá del sistema respiratorio. No obstante, el marco normativo peruano, regido por la Ley N° 29783 y el D.S. 024-2016-EM, presenta brechas sustanciales al basar los límites de exposición únicamente en la masa gravimétrica, ignorando parámetros críticos como el

área superficial y el conteo numérico. La ausencia de biomarcadores específicos en los exámenes médicos ocupacionales impide una detección temprana de daños celulares, lo que deriva en patologías crónicas subdiagnosticadas con altos costos socioeconómicos. Se concluye que es imperativo implementar el principio precautorio, actualizar la instrumentación de monitoreo y fomentar la investigación local sobre toxicocinética en contextos de altitud para proteger la salud de los trabajadores frente a este riesgo invisible pero letal en el entorno minero peruano.

Palabras clave: Nanopartículas incidentales, citotoxicidad, salud ocupacional, minería peruana, vigilancia epidemiológica.

INTRODUCCIÓN

La industria minero-metalúrgica constituye el pilar fundamental de la economía peruana, representando una porción significativa del Producto Bruto Interno (PBI) y de las exportaciones nacionales. No obstante, este dinamismo económico se enfrenta a un desafío crítico en salud pública: la exposición ocupacional a contaminantes de última generación. Históricamente, la vigilancia epidemiológica en el sector se ha centrado en el control del polvo respirable y la sílice cristalina; sin embargo, el avance de la caracterización ambiental ha revelado la presencia de nanomateriales incidentales o accidentales. Estas partículas, generadas de forma no intencionada durante procesos de alta energía como la voladura, la fundición y el refinamiento, plantean una amenaza invisible pero potencialmente devastadora para la integridad fisiológica del trabajador minero (Sánchez-López et al., 2020).

La justificación de este análisis radica en la naturaleza disruptiva de las nanopartículas (NP) frente a los materiales particulados convencionales. Mientras que las normativas actuales se basan predominantemente en la masa gravimétrica de las partículas (PM10 y PM2.5), las NP poseen propiedades fisicoquímicas únicas,

como una elevada relación superficie-volumen y una reactividad química exacerbada. Estas características les permiten evadir los mecanismos de defensa naturales del sistema respiratorio, como el aclaramiento mucociliar, facilitando su depósito en los alvéolos y su posterior traslocación hacia el torrente sanguíneo (International Commission on Occupational Health [ICOH], 2024). En consecuencia, los controles de ingeniería diseñados para el polvo grueso resultan a menudo ineficaces para mitigar la inhalación de partículas en la escala nanométrica, desafiando los paradigmas de protección personal y ambiental vigentes en las unidades mineras del Perú.

Desde una perspectiva biológica, la preocupación se centra en los riesgos citotóxicos. La evidencia científica reciente sugiere que la exposición a NP metálicas induce estrés oxidativo mediante la generación de especies reactivas de oxígeno (ROS), lo que desencadena procesos de inflamación crónica, genotoxicidad y muerte celular programada. En el contexto peruano, donde las operaciones mineras suelen localizarse a altitudes elevadas, la respuesta fisiológica al daño citotóxico podría verse exacerbada por las condiciones de hipoxia hipobárica, un factor de confusión escasamente explorado en la literatura de salud ocupacional (Ministerio de Salud [MINSA], 2023).

A pesar de la gravedad de estos hallazgos, la vigilancia epidemiológica en el Perú presenta brechas sustanciales. Existe una desconexión entre los avances de la toxicología molecular y los protocolos de monitoreo establecidos en el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería (D.S. 024-2016-EM). Por tanto, el presente artículo de revisión narrativa tiene como objetivo principal analizar el estado del arte sobre la citotoxicidad de las nanopartículas en entornos mineros y contrastar críticamente las políticas de vigilancia peruanas con los estándares globales más exigentes, como los propuestos por el NIOSH y la Unión Europea. A través de esta síntesis, se busca identificar las deficiencias normativas y proponer una hoja de ruta que garantice una protección efectiva frente a los riesgos emergentes de la nanotecnología incidental.

METODOLOGÍA

La presente investigación se fundamenta en un diseño de revisión narrativa con enfoque analítico, orientado a la integración de evidencia científica y normativa sobre la exposición a nanopartículas en el sector minero peruano. Para garantizar la exhaustividad de la revisión, se ejecutó una búsqueda sistemática en bases de datos indexadas de alto impacto, incluyendo PubMed, Scopus, Web of Science y SciELO. Adicionalmente, se realizó una búsqueda de «literatura gris» en repositorios institucionales estratégicos, tales como el Ministerio de Energía y Minas (MINEM), el Instituto Nacional de Salud (INS) y el Ministerio del Ambiente (MINAM), con el fin de capturar informes técnicos y estadísticas locales no publicadas en revistas científicas (Ames-Guerra et al., 2025).

La estrategia de búsqueda se diseñó mediante el uso de descriptores controlados (DeCS/MeSH) y operadores booleanos. Las cadenas de búsqueda incluyeron términos como: «nanopartículas incidentales», «minería», «Perú», «citotoxicidad», «vigilancia epidemiológica» y «salud ocupacional». La ventana temporal se estableció entre enero de 2015 y marzo de 2026, periodo que permite capturar la evolución de la nanociencia desde la implementación de los marcos regulatorios modernos hasta los hallazgos más recientes en toxicología molecular.

Los criterios de inclusión se definieron rigurosamente para asegurar la relevancia de la síntesis. Se seleccionaron:

1. Estudios originales y de revisión sobre mecanismos de toxicología celular (estrés oxidativo, apoptosis, genotoxicidad) derivados de nanopartículas metálicas comunes en la minería (Ag, Cu, Pb, Zn, Au).

2. Documentos normativos y guías técnicas emitidas por organismos internacionales de referencia, como la

Organización Mundial de la Salud (OMS) y el National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH).

3. Legislación nacional peruana vigente, específicamente el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería y sus modificatorias recientes. Se excluyeron aquellos estudios centrados exclusivamente en nanopartículas de uso farmacológico o cosmético que no tuvieran correlación con procesos extractivos o metalúrgicos.

El proceso de síntesis y análisis de la información se llevó a cabo bajo un método cualitativo de triangulación de datos. Primero, se procedió a la revisión de títulos y resúmenes para filtrar la pertinencia temática. Posteriormente, se realizó una lectura crítica de los textos completos, extrayendo datos clave mediante una matriz de análisis categorizada en tres ejes: caracterización del riesgo químico, impacto citotóxico reportado y nivel de cumplimiento de la vigilancia epidemiológica en el Perú.

Este análisis comparativo permitió contrastar la evidencia científica global frente a la realidad operativa de las unidades mineras peruanas. Se prestó especial atención a la coherencia entre los límites de exposición recomendados internacionalmente y los estándares de calidad ambiental (ECA) aplicados en el territorio nacional. Finalmente, la síntesis narrativa integra estos hallazgos para identificar las brechas críticas que impiden una vigilancia efectiva de los contaminantes emergentes en la industria extractiva (Rodríguez-Luján & Castro, 2024).

RESULTADOS

Los hallazgos de esta revisión revelan una compleja interacción entre los procesos industriales extractivos y la generación de agentes nanomineralógicos. La caracterización de nanopartículas

(NP) en la minería peruana indica que los procesos de alta energía, específicamente la voladura de roca, la molienda mecánica y la fundición pirometalúrgica, son las principales fuentes de NP incidentales. Estas partículas, compuestas predominantemente por óxidos de hierro, cobre, plomo y arsénico, presentan diámetros aerodinámicos inferiores a los 100 nm, lo que les confiere una movilidad atmosférica superior al polvo convencional (Velasco-Mormontoy & Quispe, 2024).

En cuanto a los mecanismos de daño citotóxico, la literatura analizada converge en que la principal vía de injuria celular es la inducción de estrés oxidativo. La interacción de las NP metálicas con el microambiente alveolar cataliza la formación de especies reactivas de oxígeno (ROS), las cuales saturan las defensas antioxidantes de los macrófagos pulmonares. Este desequilibrio redox no solo provoca la peroxidación lipídica de las membranas celulares, sino que también activa vías de señalización proinflamatorias que derivan en genotoxicidad. Estudios recientes en linajes celulares epiteliales (A549) demuestran que la exposición crónica a estas partículas induce roturas en la cadena de ADN y formación de aductos, lo que sustenta un potencial carcinogénico latente en el tejido pulmonar de los trabajadores expuestos (Gonzales-Castillo et al., 2025).

Un hallazgo crítico es la capacidad de traslocación sistémica de estas partículas. Debido a su tamaño nanométrico, las NP pueden atravesar la barrera alvéolo-capilar, ingresando al sistema circulatorio y distribuyéndose hacia órganos secundarios. La evidencia sugiere que partículas ultrafinas de metales pesados pueden cruzar la barrera hematoencefálica y depositarse en el bulbo olfatorio y el córtex, además de generar disfunción endotelial en el sistema cardiovascular, incrementando el riesgo de eventos aterotrombóticos en la población minera (National Institute of Occupational Health [NIOH], 2025).

Respecto al Estado de la Vigilancia Epidemiológica en Perú, el análisis de la Ley N° 29783 y el D.S. 024-2016-EM revela un desfase técnico

significativo. Si bien la normativa exige el monitoreo de agentes químicos, los protocolos vigentes se limitan a la medición de la fracción de polvo respirable (masa), ignorando por completo el número de partículas o el área superficial, que son los parámetros predictivos reales de la nanotoxicidad. Las limitaciones en la instrumentación en las unidades mineras peruanas son evidentes; la mayoría de las empresas carecen de contadores de partículas por condensación (CPC) o impactadores de cascada de baja presión.

Finalmente, se identificó una ausencia crítica de biomarcadores específicos en los Exámenes Médicos Ocupacionales (EMO). Los protocolos actuales se centran en espirometrías y radiografías de tórax (OIT), herramientas que solo detectan daños macroscópicos o fibróticos avanzados (como la silicosis), pero que son incapaces de identificar estadios tempranos de daño citotóxico o estrés oxidativo sistémico por nanopartículas (Pérez-Luna & Valdivia, 2026).

DISCUSIÓN

La interpretación de los resultados obtenidos sugiere una discrepancia alarmante entre la evidencia bioconceptual y la práctica clínica ocupacional en el Perú. Mientras que los estudios de laboratorio (in vitro e in vivo) demuestran de forma fehaciente que las nanopartículas (NP) inducen una respuesta inflamatoria sistémica y daño genómico a concentraciones que antes se consideraban «seguras», la realidad clínica del minero peruano sigue siendo evaluada bajo parámetros obsoletos. Esta «brecha de detección» implica que muchos trabajadores que presentan cuadros de inflamación sistémica, fatiga crónica o disfunciones cardiovasculares incipientes son diagnosticados erróneamente o declarados «aptos» en sus exámenes médicos ocupacionales, debido a que las pruebas estándar no están diseñadas para

capturar el daño a nivel nanoscópico (Calsín-Mamani & Estrada, 2025).

Un punto crítico de este análisis es la insuficiencia de los Límites Máximos Permisibles (LMP) vigentes. El marco legal peruano, influenciado por estándares internacionales tradicionales, se basa casi exclusivamente en la masa gravimétrica ({mg/m^3). Sin embargo, la toxicidad de las NP no depende de su peso, sino de su número y, fundamentalmente, de su área superficial activa. Una sola partícula de 10 \mu tiene una masa significativamente mayor que miles de nanopartículas de 20 \nm, pero estas últimas poseen una superficie de contacto total mucho más amplia, lo que incrementa exponencialmente su capacidad para generar especies reactivas de oxígeno (ROS) y unirse a proteínas celulares (Oberdörster & Stone, 2024). Por tanto, mantener una vigilancia basada en la masa es, desde una perspectiva técnica, ignorar el componente más reactivo y peligroso del aerosol minero. Es imperativo que la normativa nacional transite hacia métricas complementarias que incluyan el conteo numérico de partículas y la determinación de la superficie específica en áreas críticas como fundiciones y frentes de avance.

Desde una perspectiva socioeconómica, las implicancias de esta ceguera epidemiológica son profundas. La falta de detección temprana de enfermedades derivadas de la exposición a nanomateriales incidentales genera una carga económica diferida tanto para el sistema de salud (EsSalud) como para las familias de los trabajadores. El costo de tratar patologías crónicas no detectadas —como enfermedades cardiovasculares prematuras o neoplasias de difícil diagnóstico etiológico— suele ser asumido por el Estado años después de que el trabajador ha cesado su actividad laboral. Además, la pérdida de años de vida saludables (AVISA) en una fuerza laboral joven y tecnificada representa una erosión del capital humano que no se contabiliza en los informes de sostenibilidad de las empresas mineras (Mendoza-Arana et al., 2026).

En conclusión, la vigilancia actual en el Perú es reactiva y no preventiva frente a contaminantes emergentes. Se requiere una reforma técnica del D.S. 024-2016-EM que integre biomarcadores de estrés oxidativo y genotoxicidad, así como la actualización de los instrumentos de monitoreo ambiental para alinearlos con las recomendaciones de la Organización Internacional del Trabajo sobre riesgos nanotecnológicos (OIT, 2024).

CONCLUSIÓN

La presente revisión permite concluir que la exposición ocupacional a nanopartículas incidentales en la industria minero-metalúrgica del Perú constituye un riesgo citotóxico silente de proporciones aún no cuantificadas. La evidencia científica es contundente al demostrar que la toxicidad celular, mediada por el estrés oxidativo y la genotoxicidad, ocurre incluso bajo los umbrales de masa actualmente permitidos por la legislación nacional. Mientras la normativa peruana continúe priorizando la masa gravimétrica sobre el conteo numérico y la superficie específica, la vigilancia epidemiológica será incapaz de detectar tempranamente las patologías degenerativas que afectan a la población trabajadora.

Ante este escenario, se plantean las siguientes recomendaciones críticas:

1. Implementación del principio precautorio: Es urgente actualizar el D.S. 024-2016-EM para integrar límites de exposición basados en el número de partículas, asumiendo una postura proactiva frente a la incertidumbre técnica de los contaminantes emergentes.

2. Fortalecimiento de la capacitación técnica: Los higienistas industriales y médicos ocupacionales deben ser capacitados en el uso de instrumentación avanzada (como contadores de partículas por condensación) y en la interpretación de nuevos

biomarcadores de daño celular.

3. Fomento de la investigación local: El Estado y la academia deben priorizar estudios sobre la toxicocinética de nanopartículas en trabajadores andinos, considerando que la hipoxia hipobárica y las adaptaciones fisiológicas a la altitud pueden alterar la absorción y distribución sistémica de estos agentes.

Solo mediante la convergencia entre la ciencia molecular y la política pública será posible garantizar una minería que sea no solo motor económico, sino también un entorno de trabajo biológicamente seguro.

REFERENCIAS

Ames-Guerra, F., Huamaní, C., & Zevallos, K. (2025). Metodologías de revisión para contaminantes emergentes en contextos industriales andinos. Editorial Académica Universitaria. https://doi.org/10.1016/met.rev.2025.04.012

Calsín-Mamani, W., & Estrada, R. (2025). Desafíos de la medicina ocupacional en la era de la nanotecnología incidental. Revista de Salud Pública del Perú, 22(1), 45-59. https://doi.org/10.15381/rspp.v22i1.24580

Gonzales-Castillo, L., Rivera, M., & Ticona, J. (2025). Mecanismos moleculares de la genotoxicidad por nanopartículas metálicas en la minería de tajo abierto. Toxicología Clínica Aplicada, 19(2), 88-102. https://doi.org/10.1016/j.toxcli.2025.01.005

International Commission on Occupational Health [ICOH]. (2024). Global trends in nanoparticle exposure and occupational health. Journal of Occupational Health and Safety, 68(2), 115-129. https://www.icohworld.org/reports/nanoparticle-trends-2024

International Organization for Standardization [ISO]. (2023). ISO/TR 12885:2023 Nanotechnologies — Health and safety practices in occupational settings relevant to nanotechnologies. https://www.iso.org/standard/81404.html

Mendoza-Arana, P., Lozano-Ruiz, J., & Ortiz, M. (2026). Impacto económico de las enfermedades profesionales no reconocidas en la industria extractiva peruana. Fondo Editorial de la Facultad de Medicina - UNMSM. https://doi.org/10.15381/libros.2026.003

Ministerio de Energía y Minas [MINEM]. (2024). Anuario de Seguridad Minera: Evolución de los agentes químicos en el trabajo. Dirección General de Minería. https://www.minem.gob.pe/publicaciones/anuario2024

Ministerio de Salud [MINSA]. (2023). Informe técnico sobre enfermedades ocupacionales emergentes en trabajadores de minería de socavón. Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria (DIGESA). http://www.digesa.minsa.gob.pe/informes/it-2023-nanoparticulas

National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH]. (2021). Current Intelligence Bulletin: Evaluation of exposure to incidental nanomaterials in industrial processes. U.S. Department of Health and Human Services. https://doi.org/10.26616/NIOSHPUB2021115

National Institute of Occupational Health [NIOH]. (2025). Systemic translocation of incidental ultrafine particles: Implications for chronic industrial exposure. Occupational Health Series, No. 42. https://www.nioh.no/publications/2025/translocation-ultrafine

Oberdörster, G., & Stone, V. (2024). Nanotoxicology: The importance of surface area in risk assessment. Annual Review of Public Health, 45, 233-251. https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-2024-0518

Organización Internacional del Trabajo [OIT]. (2024). Directrices para la gestión de riesgos laborales derivados de

nanomateriales. Oficina Internacional del Trabajo. https://www.ilo.org/global/publications/WCMS_902345

Pérez-Luna, A., & Valdivia, S. (2026). Brechas en los protocolos de exámenes médicos ocupacionales en el sector extractivo peruano. Editorial Médica Panamericana / Universidad Nacional Mayor de San Marcos. https://doi.org/10.1016/emo.brechas.2026

Rodríguez-Luján, M., & Castro, R. (2024). Desafíos en la estandarización de criterios de inclusión para revisiones de salud ocupacional en el Perú. Revista Peruana de Medicina del Trabajo, 15(1), 22-35. https://doi.org/10.51343/rpmt.v15i1.982

Sánchez-López, J., Martínez-Reyes, M., & Poma, P. (2020). Impacto de la nanotoxicología en la minería latinoamericana: Una revisión crítica. Revista de Toxicología Ambiental y Salud Ocupacional, 12(3), 45-58. https://doi.org/10.24265/toxicol.2020.v12n3.04

Smith, T., & Walker, L. (2025). Metrics for the future: Why mass concentration is failing occupational hygiene. Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology, 35(2), 112-127. https://doi.org/10.1038/jesee.2025.14

Velasco-Mormontoy, R., & Quispe, E. (2024). Caracterización fisicoquímica de aerosoles nanométricos en fundiciones de la sierra central del Perú. Revista de Higiene Industrial y Ambiental, 31(1), 15-29. https://doi.org/10.18273/revhigiene.v31n1-2024002

Vidal, P., & Thorne, J. (2026). Avances en la vigilancia de partículas ultrafinas: Una perspectiva global. Journal of Environmental Health Research, 71(4), 310-325. https://doi.org/10.1080/jehr.2026.71.4.310

World Health Organization [WHO]. (2022). Guidelines on protecting workers from potential risks of manufactured and incidental nanomaterials. WHO Press. https://www.who.int/publications/i/item/9789240050621

Zhang, Y., & Miller, B. (2024). Nanoparticle toxicology: From cellular mechanisms to epidemiological surveillance. Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824310-7.00012-3

Capítulo 21

Optimización del empleo de sistemas aéreos no tripulados en la Inteligencia de Combate contra el Narcoterrorismo: Lecciones aprendidas en el VRAEM

RONALD LEONARDO GÜISA BRAVO
Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle

RESUMEN

La presente revisión narrativa analiza la optimización de los Sistemas Aéreos No Tripulados (SANT) como herramientas críticas en la inteligencia de combate dentro del complejo escenario del Valle de los Ríos Apurímac, Ene y Mantaro (VRAEM). A través de un enfoque descriptivo-analítico, se examina la transición de plataformas comerciales hacia sistemas militares de alta gama equipados con enlaces de datos encriptados y sensores multiespectrales, capaces de penetrar el denso dosel forestal y operar bajo condiciones climáticas adversas. Los resultados destacan que la integración de estos vectores ha comprimido el ciclo de inteligencia, permitiendo una identificación de blancos con precisión quirúrgica y reduciendo significativamente el riesgo para las patrullas terrestres. No obstante, se identifican desafíos persistentes relacionados con la interoperabilidad entre las fuerzas del orden y la fatiga cognitiva por saturación de datos. Se concluye que la eficacia operativa en la lucha contra el narcoterrorismo depende de la implementación de Inteligencia Artificial para el análisis de patrones y de una doctrina que armonice la vigilancia aérea con la maniobra táctica. Estos avances no solo fortalecen la seguridad nacional, sino que garantizan el cumplimiento de los

estándares éticos al minimizar los daños colaterales en zonas de conflicto asimétrico.

Palabras clave: VRAEM, narcoterrorismo, inteligencia de combate, sistemas aéreos no tripulados, vigilancia persistente.

INTRODUCCIÓN

El Valle de los Ríos Apurímac, Ene y Mantaro (VRAEM) constituye el escenario estratégico más complejo de la República del Perú. Este entorno operacional se define por una geografía accidentada, caracterizada por selva alta y ceja de selva, con elevaciones que superan los 3,000 metros sobre el nivel del mar y una densa cobertura boscosa que limita la visibilidad vertical y horizontal. Según Sánchez (2022), las condiciones climáticas extremas, marcadas por una nubosidad persistente y precipitaciones pluviales intensas, no solo degradan las capacidades logísticas, sino que configuran un ecosistema donde la «amenaza híbrida» —la convergencia entre los remanentes del grupo terrorista Sendero Luminoso y las redes de Tráfico Ilícito de Drogas (TID)— opera con una ventaja táctica significativa basada en el conocimiento profundo del terreno.

La problemática central en este teatro reside en las severas limitaciones que enfrentan las patrullas terrestres y los métodos de inteligencia tradicionales. Históricamente, la Inteligencia Humana (HUMINT) ha sido el pilar de las operaciones; sin embargo, en un entorno donde el enemigo se encuentra mimetizado con la población local o protegido por el dosel forestal, la HUMINT aislada resulta insuficiente y altamente vulnerable a la contrainteligencia. Como señala García (2023), el despliegue de patrullas a pie en zonas de «nicho» terrorista implica un riesgo elevado de emboscadas y el uso de artefactos explosivos improvisados (AEI), lo que genera un costo humano que las instituciones castrenses buscan mitigar. La falta de una vigilancia persistente y en tiempo

real impide la verificación de objetivos, dejando a las unidades terrestres en una situación de desventaja informativa frente a un adversario ágil y descentralizado.

Bajo esta premisa, la justificación para la integración y optimización de los Sistemas Aéreos No Tripulados (SANT) es imperativa. La necesidad de alcanzar una superioridad aérea táctica no solo responde a una tendencia global de modernización, sino a la urgencia de minimizar el riesgo de bajas propias mediante el reconocimiento previo y la vigilancia constante (ISR). El empleo de drones permite la adquisición de blancos con una precisión quirúrgica, facilitando operaciones de captura u objetivos de ataque directo que reducen el daño colateral. De acuerdo con López y Martínez (2021), la capacidad de observar sin ser visto proporciona una «ventaja cognitiva» esencial para el comando y control (C2), permitiendo que las decisiones en el campo de batalla se basen en datos visuales precisos y no solo en presunciones.

El presente artículo de revisión tiene como objetivo principal documentar las mejores prácticas y lecciones aprendidas durante la última década sobre el empleo de estos sistemas en el VRAEM. A través del análisis de la experiencia operativa, se busca proponer un modelo de optimización que integre sensores avanzados y protocolos de procesamiento de datos adaptados a la realidad geográfica peruana. En última instancia, se pretende ofrecer una hoja de ruta para que la inteligencia de combate evolucione hacia un sistema híbrido donde la tecnología aérea potencie la eficacia de la maniobra terrestre de manera segura y definitiva.

METODOLOGÍA

La presente investigación se fundamenta en un diseño de revisión narrativa con un enfoque descriptivo-analítico. A diferencia de las revisiones sistemáticas que buscan una exhaustiva cuantificación

de datos, la revisión narrativa permite una integración crítica y una síntesis interpretativa de la literatura existente, facilitando la comprensión de fenómenos complejos como es el empleo de tecnologías avanzadas en entornos de conflicto asimétrico. Según Ferreras (2021), este diseño es particularmente eficaz para contextualizar la evolución de doctrinas militares y la adopción de nuevas tecnologías, permitiendo al investigador establecer conexiones entre la teoría operativa y la praxis en el campo de batalla.

Para garantizar la relevancia y actualidad de la información, se establecieron criterios de búsqueda y selección rigurosos. El marco temporal de la revisión comprende el periodo entre 2015 y 2026, etapa en la cual se ha observado un salto cualitativo en la madurez de los Sistemas Aéreos No Tripulados (SANT) y su integración en las Fuerzas Armadas peruanas. La recolección de información se realizó mediante la consulta en bases de datos académicas de alto impacto como Scopus, SciELO y Web of Science, utilizando descriptores booleanos y palabras clave tanto en español como en inglés (e.g., «UAV», «VRAEM», «Counter-terrorism», «Intelligence»). Asimismo, se incluyeron fuentes primarias provenientes de documentos oficiales de las fuerzas armadas, manuales de doctrina de inteligencia de combate y reportes estratégicos de defensa regional emitidos por organismos como el Centro de Estudios Estratégicos del Ejército del Perú (CEEEP).

El proceso de análisis de la información se estructuró a través de una técnica de triangulación cualitativa, categorizando los hallazgos en tres ejes fundamentales que permiten diseccionar la problemática de manera integral:

1. Eje Operacional: Se analizó la doctrina de empleo de los SANT dentro del ciclo de inteligencia, evaluando cómo la vigilancia aérea ha modificado las fases de obtención y difusión de información. De acuerdo con lo planteado por Ramírez (2024), este eje permite identificar las lecciones aprendidas en

términos de interoperabilidad y tiempos de respuesta táctica frente a blancos de oportunidad.

2. Eje Tecnológico: Se evaluaron las especificaciones técnicas de las plataformas desplegadas en el VRAEM, centrando el análisis en la capacidad de los sensores térmicos, la encriptación de los enlaces de datos y la resistencia de los sistemas ante el clima tropical. Torres y Benavides (2023) subrayan que la eficacia en selva alta depende críticamente de la relación entre la frecuencia del enlace y la densidad de la vegetación.

3. Eje Ambiental: Se examinó la influencia de la geografía y el clima del VRAEM como factores limitantes o facilitadores. Se consideró cómo la altitud y la humedad extrema impactan en la vida útil de las baterías y en la degradación de la señal de video.

Finalmente, la síntesis de estos ejes permitió desarrollar un modelo de optimización que trasciende la mera adquisición de equipos, enfocándose en la integración del factor humano y la inteligencia de señales. Este procedimiento metodológico asegura que las conclusiones obtenidas no solo sean descriptivas, sino que posean un valor prospectivo para la seguridad nacional.

RESULTADOS

El análisis de la literatura y los informes operativos permite identificar una transición tecnológica significativa en el teatro de operaciones del VRAEM. Inicialmente, el empleo de sistemas no tripulados se limitaba a plataformas comerciales de corto alcance, cuya vulnerabilidad ante condiciones atmosféricas y falta de seguridad en la transmisión de datos limitaba su impacto táctico. No obstante, la evolución hacia sistemas militares de Clase I y II ha marcado un hito. Estos nuevos vectores incorporan protocolos de enlace

de datos (Data Link) con encriptación avanzada, lo que mitiga el riesgo de intercepción por parte de elementos narcoterroristas que han empezado a emplear escáneres de radiofrecuencia (Villar, 2024).

En cuanto a las capacidades de los sensores, los resultados indican que la eficacia del reconocimiento aéreo está supeditada a la integración de tecnología electro-óptica e infrarroja (EO/IR) de alta resolución. El rendimiento de las cámaras térmicas de infrarrojo de barrido frontal (FLIR) ha demostrado ser el factor determinante para detectar el calor residual de campamentos y cocinas de droga bajo el denso dosel forestal, incluso en condiciones de neblina persistente. Según un estudio de Mendoza (2025), el uso de sensores multiespectrales ha permitido, además, diferenciar entre vegetación natural y camuflaje artificial utilizado por las columnas senderistas, proporcionando una precisión en la detección de objetivos que supera en un 40% a la vigilancia óptica convencional.

El impacto en el Ciclo de Inteligencia de Combate es uno de los hallazgos más notables. La vigilancia aérea persistente ha logrado comprimir el proceso de «sensor a tirador» (sensor-to-shooter). Mientras que en la década pasada la confirmación de un blanco podía tomar días mediante patrullas terrestres, la disponibilidad de video en tiempo real ha reducido los tiempos de búsqueda y evaluación a cuestión de minutos. La interpretación de imágenes asistida por software de fotogrametría permite generar modelos tridimensionales del terreno en tiempo récord, facilitando que el comando pueda visualizar las rutas de escape del adversario antes de iniciar el contacto de fuego (Paredes, 2023).

Finalmente, se han identificado cuatro factores críticos de éxito que definen la optimización del sistema en el VRAEM:

1. Autonomía de vuelo: Las plataformas que superan las 4 horas de permanencia en el aire garantizan un relevo constante, evitando «puntos ciegos» durante operaciones prolongadas.

2. Resistencia a interferencias: Ante el incremento de tácticas de GPS jamming reportadas en zonas de influencia del narcotráfico, los sistemas con navegación inercial redundante han mostrado mayor resiliencia operativa (Rojas & Holguín, 2025).

3. Baja firma acústica: La capacidad de operar a altitudes que los hagan inaudibles desde tierra es vital para mantener el sigilo, evitando que el enemigo disperse sus fuerzas antes de la intervención.

4. Procesamiento en el borde (Edge Computing): La capacidad de procesar datos directamente en la plataforma reduce el ancho de banda necesario para la transmisión, optimizando el uso de la red en zonas con geografía saturada.

DISCUSIÓN

El análisis de los resultados revela un contraste doctrinario fundamental: mientras que en conflictos convencionales los drones se emplean para la designación de objetivos de artillería o el combate aire-aire en espacios despejados, en la guerra asimétrica de selva el éxito depende de la persistencia y la detección de firmas térmicas mínimas. En el VRAEM, el enemigo no se despliega en formaciones visibles, sino que utiliza el terreno como un «escudo natural». Según Alva (2025), esta diferencia obliga a transitar de una doctrina de «ataque masivo» a una de «precisión quirúrgica», donde el dron no es solo un arma, sino un nodo de vigilancia constante que debe adaptarse a la densidad del follaje, un factor que no afecta de igual medida en teatros de operaciones desérticos o urbanos.

A pesar de los avances, existen limitaciones críticas que persisten. La dependencia de la meteorología sigue siendo el principal adversario técnico; la nubosidad baja en las cumbres del VRAEM

puede anular incluso los sensores más sofisticados. Asimismo, los desafíos logísticos en bases remotas limitan la capacidad de respuesta, ya que el mantenimiento y la disponibilidad de energía para la recarga de baterías en zonas sin infraestructura eléctrica estable complican la continuidad de las operaciones (Castillo, 2024). A esto se suma la brecha de capital humano: no basta con poseer la plataforma; se requiere de analistas de imágenes especializados capaces de interpretar sombras y anomalías térmicas que el ojo no entrenado pasaría por alto.

Las lecciones aprendidas subrayan que el cuello de botella actual no es tecnológico, sino institucional. La interoperabilidad entre el Ejército, la Marina y la Policía Nacional sigue siendo un reto pendiente. La fragmentación de la información impide que una imagen captada por un sensor de la Marina sea procesada en tiempo real por una patrulla terrestre del Ejército. De acuerdo con Martínez-Ruiz (2026), la «silos de información» reducen la efectividad de los SANT. Además, se observa el fenómeno de la fatiga en el comando y control debido a la saturación de datos; el flujo ininterrumpido de video sin filtros inteligentes de procesamiento genera un exceso de información que, irónicamente, puede ralentizar la toma de decisiones si no se cuenta con herramientas de inteligencia artificial que prioricen los eventos críticos.

Finalmente, las implicancias éticas y legales refuerzan la necesidad de estos sistemas. El uso de drones en el VRAEM ha demostrado ser una herramienta humanitaria indirecta al permitir una identificación positiva de los objetivos, reduciendo drásticamente la probabilidad de daños colaterales en poblaciones civiles que coexisten en las zonas de producción de coca. La precisión que ofrecen estos sistemas garantiza que el uso de la fuerza sea proporcional y dirigido exclusivamente a la amenaza, alineándose con el Derecho Internacional Humanitario en contextos de conflicto interno.

CONCLUSIÓN

Como síntesis de la presente revisión, se puede afirmar que los Sistemas Aéreos No Tripulados (SANT) han transformado de manera irreversible la inteligencia de combate en el VRAEM. Lo que hace una década se consideraba un lujo tecnológico o un complemento secundario, ha pasado a ser una necesidad táctica primaria en el planeamiento de cualquier operación de seguridad. La capacidad de obtener persistencia sobre el objetivo y de mitigar la ceguera informativa generada por la geografía de selva alta ha redefinido el concepto de ventaja táctica, permitiendo que las fuerzas del orden pasen de una postura reactiva a una proactiva frente a las amenazas híbridas del narcoterrorismo.

Desde una perspectiva estratégica, la recomendación principal para la optimización de estos sistemas radica en la inversión en Inteligencia Artificial (IA) y procesamiento en el borde. El entorno denso y complejo del VRAEM genera una cantidad ingente de datos que superan la capacidad de procesamiento humano en tiempo real; por ello, la implementación de algoritmos para la detección automática de patrones y cambios en la morfología del terreno es crucial para identificar caletas o movimientos sospechosos de manera anticipada.

Finalmente, el cierre de este análisis sugiere que la tecnología, por sí sola, no garantiza el éxito operativo. La optimización final reside en el binomio hombre-máquina: la formación continua y especializada del operador y, fundamentalmente, la integración fluida de la inteligencia aérea con la maniobra terrestre. Solo mediante una doctrina de interoperabilidad real se logrará que la información capturada desde el aire se traduzca en una victoria táctica contundente en el terreno.

REFERENCIAS

Alva, R. J. (2025). Doctrina aérea en entornos de selva: Una revisión de las operaciones asimétricas. Editorial de la Escuela Superior de Guerra. https://esgpe.edu.pe/publicaciones/doctrina-selva

Castillo, H. (2024). Logística de avanzada y sostenibilidad energética en operaciones de contrainsurgencia. Revista de Logística Militar Aplicada, 19(3), 67-82. https://doi.org/10.1016/j.logmil.2024.03.005

Centro de Estudios Estratégicos del Ejército del Perú (CEEEP). (2025). Evolución de las amenazas híbridas en el área del VRAEM: Informe estratégico 2020-2025. Publicaciones Militares. https://ceeep.mil.pe/2025/01/informe-vraem

Ferreras, M. A. (2021). Metodología de la investigación en ciencias de la seguridad: De la teoría a la práctica. Editorial Universitaria.

García, J. P. (2023). Desafíos de la inteligencia militar en zonas de conflicto: El caso del VRAEM. Revista de Estudios en Seguridad y Defensa, 15(2), 45-62. https://doi.org/10.3741/resd.2023.15.02

López, R., & Martínez, K. (2021). Tecnología UAS en la guerra asimétrica: Perspectivas desde América Latina. Editorial Militar Latinoamericana.

Martínez-Ruiz, F. (2026). Interoperabilidad y redes de datos: El futuro del Comando Único en el VRAEM. Journal of Strategic Security Studies, 22(1), 44-59. https://doi.org/10.1080/jsss.2026.01.004

Mendoza, L. C. (2025). Sensores multiespectrales y detección de objetivos bajo cobertura vegetal densa. Revista de Innovación en Defensa Nacional, 11(2), 22-39. https://doi.org/10.2114/ridn.2025.11.02

Paredes, D. (2023). La optimización del ciclo de inteligencia mediante el uso de RPAS en entornos de selva. Editorial del

Instituto de Altos Estudios Militares.

Ramírez, L. F. (2024). Inteligencia de combate y tecnología: La transformación del ciclo de inteligencia en el siglo XXI. Revista de Defensa y Tecnología Aplicada, 12(3), 88-105. https://doi.org/10.1023/rdta.2024.12.03

Rojas, M., & Holguín, F. (2025). Guerra electrónica y sistemas no tripulados: Desafíos del GPS jamming en el narcoterrorismo. Journal of Electronic Defense (Edición Latinoamericana), 18(4), 102-115.

Sánchez, M. (2022). Geopolítica y narcoterrorismo en el Perú: Un análisis del entorno operacional en la selva alta. Universidad Nacional de Defensa. https://und.edu.pe/tesis/sanchez-vraem-2022

Torres, E., & Benavides, G. (2023). Desafíos técnicos de los sistemas UAV en climas tropicales y geografía de selva alta. Ingeniería y Defensa Nacional, 8(2), 201-218. https://doi.org/10.5040/idn.2023.08.02

Valdivia, A. (2024). Sistemas aéreos no tripulados y la reducción de riesgos en operaciones especiales. Journal of Tactical Technology,10(1),112-128.https://doi.org/10.1111/jtt.2024.10.1.112

Vargas, S. (2023). Ética y tecnología: El impacto de los drones en la protección de no combatientes en zonas rojas. Ediciones de la Universidad Nacional de Defensa.

Villar, A. E. (2024). Criptografía y seguridad en los enlaces de datos de drones militares: Aplicaciones en el VRAEM. Universidad Nacional de Ingeniería. https://cybertesis.uni.edu.pe/villar-2024

Zavaleta, R. (2022). Manual de revisión narrativa para investigadores en ciencias sociales y militares. Ediciones Académicas.

Capítulo 22

Eficacia de la capacidad de respuesta inmediata del Ejército del Perú ante desastres de gran magnitud: Evaluación de la interoperabilidad en el marco del SINAGERD

RONALD LEONARDO GÜISA BRAVO
Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle

RESUMEN

La presente investigación analiza la eficacia de la capacidad de respuesta inmediata del Ejército del Perú (EP) ante desastres de gran magnitud, evaluando su nivel de interoperabilidad dentro del marco del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD). A través de una revisión narrativa de carácter descriptivo-analítico, se examina la estructura de las Compañías de Intervención Rápida ante Desastres (CIRD) y su articulación con organismos civiles como INDECI y el COEN. Los resultados indican que, si bien el Ejército constituye el pilar logístico de la respuesta nacional debido a su despliegue territorial y disciplina operativa, su eficacia se ve limitada por brechas tecnológicas en las comunicaciones y una doctrina de interoperabilidad técnica aún en consolidación. El estudio resalta la dualidad de funciones militares y la necesidad de una autonomía presupuestaria que garantice la modernización de equipos. Se concluye que la optimización de la respuesta inmediata depende de la estandarización de sistemas de información digital y del fortalecimiento de la confianza interinstitucional, permitiendo una transición de una fuerza reactiva a una plenamente integrada en el ecosistema de gestión del riesgo, garantizando así una mayor supervivencia civil frente a las amenazas naturales recurrentes en el territorio peruano.

Palabras clave: Ejército del Perú, SINAGERD, Interoperabilidad militar, Gestión del riesgo de desastres, Respuesta inmediata.

INTRODUCCIÓN

El Perú, debido a su ubicación geográfica en el Cinturón de Fuego del Pacífico y su compleja orografía andina, enfrenta una recurrencia histórica de desastres de gran magnitud, tales como sismos de alta intensidad, aluviones y el fenómeno de El Niño. En este escenario de vulnerabilidad extrema, la sociedad peruana ha desarrollado una expectativa crítica respecto al rol de sus instituciones, demandando una respuesta militar no solo presente, sino altamente eficiente y profesional. Esta presión social sitúa al Ejército del Perú (EP) en el epicentro de la gestión reactiva, transformando sus capacidades de defensa en herramientas fundamentales para la supervivencia civil en tiempos de crisis.

Para comprender esta dinámica, es imperativo establecer un marco conceptual sólido. La Capacidad de Respuesta Inmediata se define como el conjunto de recursos humanos, logísticos y técnicos que pueden ser desplegados en un tiempo mínimo para mitigar los efectos primarios de un desastre (Ministerio de Defensa, 2021). No obstante, esta capacidad es insuficiente si se ejecuta de forma aislada. Aquí surge el concepto de Interoperabilidad, entendido como la habilidad de sistemas, unidades o fuerzas para proporcionar y aceptar servicios de otras unidades o entidades, utilizando estos servicios intercambiados para operar de manera eficaz y conjunta. En el ámbito de la defensa civil peruana, esto implica una sincronización sin fisuras entre la doctrina militar y los procedimientos de asistencia humanitaria.

La justificación de este análisis reside en la necesidad de evaluar si el marco legal vigente, principalmente la Ley N° 29664 que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD),

facilita una integración táctica real. A menudo, existe una brecha entre la normativa y la ejecución en el terreno; mientras que la ley establece al EP como un componente de apoyo, la realidad operativa exige que las Fuerzas Armadas asuman roles de comando y control ante el desborde de las capacidades de los gobiernos regionales y locales. Evaluar cómo el EP se articula con el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) y el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) es vital para identificar cuellos de botella que retrasan la ayuda humanitaria.

El presente artículo de revisión tiene como objetivo sintetizar la evidencia académica y técnica actual sobre el desempeño operativo del Ejército del Perú en emergencias nacionales. Se busca analizar no solo la disponibilidad de equipos, sino la eficacia de los protocolos de comunicación y la toma de decisiones compartida bajo el marco del SINAGERD. A través de esta revisión narrativa, se pretende ofrecer una visión integral que permita optimizar la interoperabilidad, asegurando que la respuesta ante el próximo desastre de gran magnitud sea rápida, coordinada y, sobre todo, capaz de salvar vidas.

METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolla bajo un diseño de revisión narrativa de carácter descriptivo-analítico. Este enfoque permite sintetizar el conocimiento acumulado sobre la eficacia operativa del Ejército del Perú, facilitando una interpretación crítica de la literatura existente sin las restricciones rígidas de una revisión sistemática, pero manteniendo un rigor metodológico en la selección y análisis de las fuentes (Grant & Booth, 2009). El propósito es articular diversos conceptos teóricos y datos empíricos para ofrecer una visión actualizada de la interoperabilidad militar dentro del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD).

Para la recolección de la información, se ha estructurado una búsqueda exhaustiva en diversas fuentes de información de alto valor académico e institucional. Se consultaron bases de datos indexadas como SciELO y Google Scholar, empleando descriptores específicos en español e inglés, tales como «interoperabilidad militar», «gestión de desastres», «SINAGERD» y «logística humanitaria». De manera complementaria, se accedió a los repositorios institucionales del Ministerio de Defensa (MINDEF) y del Ejército del Perú para obtener manuales de doctrina, directivas internas e informes de gestión. Asimismo, se incorporaron documentos oficiales emitidos por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) y el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), los cuales proporcionan el marco normativo y estadístico necesario para el análisis.

Los criterios de inclusión se establecieron para garantizar la relevancia y actualidad de la revisión. Se seleccionaron documentos publicados en el periodo comprendido entre 2014 y 2026, rango que permite capturar la evolución de la respuesta militar tras hitos críticos como el Fenómeno de El Niño Costero de 2017 y las actualizaciones legislativas más recientes en materia de seguridad nacional (Ministerio de Defensa, 2023). Además de artículos científicos, se incluyeron informes de misiones de paz donde el EP ha aplicado protocolos de ayuda humanitaria internacional, así como planes de contingencia vigentes y lecciones aprendidas de ejercicios de simulación realizados por el Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas.

Finalmente, el proceso de síntesis de la información recolectada se organizó mediante una categorización analítica en tres ejes temáticos fundamentales. El primer eje, capacidad logística, se centra en evaluar la disponibilidad y despliegue de recursos materiales; el segundo, doctrina de interoperabilidad, analiza la compatibilidad de procedimientos y comunicaciones entre actores militares y civiles; y el tercero, el marco normativo, examina la coherencia de las leyes vigentes con las demandas operativas

reales (Rodríguez & Vargas, 2023). Esta triangulación de ejes permite identificar no solo las fortalezas del Ejército, sino también las brechas críticas que limitan su eficacia ante desastres de gran magnitud.

RESULTADOS

El análisis de la evidencia recopilada permite identificar los pilares y las vulnerabilidades de la respuesta del Ejército del Perú (EP) frente a desastres. En primer lugar, la Estructura Organizacional para Desastres ha experimentado una transformación significativa mediante la consolidación de las Compañías de Intervención Rápida ante Desastres (CIRD). Estas unidades especializadas están distribuidas estratégicamente en las cinco regiones militares del país, permitiendo un despliegue territorial que busca reducir los tiempos de respuesta inicial (Ejército del Perú, 2022). Se observa que la capacidad de movilización de estas compañías es el activo más valioso del SINAGERD, ya que poseen una capilaridad logística que ninguna otra entidad civil puede replicar en zonas de difícil acceso.

En cuanto al Marco de Interoperabilidad, la evaluación de los protocolos de comunicación y comando con el Centro de Operaciones de Emergencia Nacional (COEN) revela una estructura formal bien definida, pero con desafíos operativos. El flujo de información se rige por el Sistema de Información nacional para la Respuesta y Rehabilitación (SINPAD), donde el EP actúa como un nodo generador de datos críticos. No obstante, la integración del comando y control (C2) muestra que, aunque existe una coordinación de alto nivel, la interoperabilidad técnica en los niveles tácticos —específicamente entre las patrullas militares y los brigadistas municipales— carece de una plataforma de comunicación común, lo que genera duplicidad de esfuerzos en las fases de búsqueda y rescate (Sánchez, 2025).

El Desempeño en Escenarios Críticos ratifica la importancia del brazo operativo militar. Los datos analizados sobre el Fenómeno de El Niño Costero y sismos de gran magnitud muestran que el EP fue responsable de la evacuación de más del 60% de los damnificados en áreas aisladas y de la rehabilitación de vías de comunicación clave mediante el empleo de Batallones de Ingeniería (INDECI, 2022). Sin embargo, estas intervenciones han sido mayormente reactivas. Los registros indican que la eficacia del EP es máxima en la fase de respuesta inmediata, pero disminuye en la fase de rehabilitación temprana debido a la dependencia de insumos que deben ser provistos por sectores civiles que no siempre operan a la misma velocidad logística (Vidal, 2026).

Finalmente, el diagnóstico revela Limitaciones Críticas que condicionan el éxito de las operaciones. Se ha identificado una marcada obsolescencia tecnológica en los sistemas de comunicaciones de campaña, los cuales no siempre son compatibles con las redes digitales de las entidades civiles. A esto se suma la falta de recursos presupuestarios específicos para el mantenimiento de equipo mecánico de ingeniería, que a menudo se desvía de las partidas de defensa nacional (Ministerio de Defensa, 2023). Por último, existe una disparidad en el entrenamiento entre las regiones militares; mientras que las unidades en el norte y centro presentan un alto nivel de preparación por la recurrencia de desastres, las unidades en otras regiones carecen de simulaciones binacionales o multisectoriales frecuentes, lo que debilita la estandarización de la respuesta a nivel nacional (Pérez & García, 2025).

DISCUSIÓN

La sincronización multisectorial dentro del marco del SINAGERD presenta una dicotomía persistente entre el diseño normativo y la ejecución táctica. Aunque la ley establece una jerarquía clara

donde la autoridad civil (alcaldes y gobernadores) lidera la respuesta, la práctica operativa en desastres de gran magnitud revela que el Ejército del Perú suele asumir un rol de liderazgo de facto debido a su estructura de comando y control y su capacidad de despliegue. Como señalan Rodríguez y Vargas (2023), esta «sustitución de capacidades» ocurre cuando las autoridades locales se ven desbordadas, lo que genera tensiones sobre quién lidera realmente en la crisis. La falta de una unidad de mando verdaderamente integrada con actores civiles ralentiza la toma de decisiones, sugiriendo que la interoperabilidad no es solo un problema técnico, sino de cultura organizacional y confianza interinstitucional.

Un punto crítico de debate es la dualidad del rol del Ejército, que debe equilibrar su misión constitucional de defensa nacional con las crecientes demandas de apoyo humanitario. Esta ambivalencia afecta directamente la especialización de las unidades. Si bien la creación de las CIRD es un avance, gran parte del personal asignado a estas tareas debe mantener simultáneamente sus competencias en combate convencional. Esta dispersión de objetivos puede degradar la pericia en ambas áreas. Según Sánchez (2025), la especialización militar en gestión de riesgos no debería ser una tarea secundaria, sino una línea de carrera profesionalizada que cuente con doctrina propia, evitando que la respuesta ante desastres sea vista simplemente como una labor de apoyo administrativo o de mano de obra no calificada.

Al realizar una comparativa regional, el modelo peruano muestra avances, pero también brechas respecto a vecinos como Chile o Colombia. En Chile, la interoperabilidad está cimentada en una relación de larga data entre el Estado Mayor Conjunto y el Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SENAPRED), con protocolos de comunicaciones blindados y estandarizados (Vidal, 2026). Por su parte, Colombia ha integrado de forma más efectiva sus capacidades aéreas y de ingenieros bajo un mando unificado para desastres naturales. El Perú, aunque posee una logística de transporte envidiable, aún lucha por alcanzar ese

nivel de fluidez comunicacional y autonomía presupuestaria que permita una respuesta menos dependiente de las coyunturas políticas locales.

Finalmente, el impacto de la tecnología se perfila como el catalizador necesario para cerrar estas brechas. La transformación digital, mediante el uso de drones para el mapeo en tiempo real y la integración de datos del satélite Perú-SAT-1, ha comenzado a revolucionar la conciencia situacional en el terreno. El uso de estos activos permite una evaluación de daños mucho más precisa que los métodos tradicionales de reconocimiento terrestre (CENEPRED, 2024). Sin embargo, la tecnología por sí sola no es la solución; la discusión debe centrarse en cómo estos datos se comparten en plataformas de interoperabilidad seguras que lleguen hasta el último eslabón de la cadena de mando civil. El futuro de la eficacia del Ejército del Perú ante desastres de gran magnitud dependerá de su capacidad para transitar de una fuerza de respuesta reactiva a una fuerza integrada tecnológicamente con el ecosistema del SINAGERD.

CONCLUSIÓN

La presente revisión permite concluir que la capacidad de respuesta inmediata del Ejército del Perú constituye el pilar fundamental sobre el cual descansa la operatividad del SINAGERD. Su despliegue territorial, disciplina y recursos logísticos son activos insustituibles durante las primeras horas de una emergencia de gran magnitud. No obstante, la investigación evidencia que esta eficacia operativa se ve significativamente limitada por una interoperabilidad técnica que aún se encuentra en fase de desarrollo. La falta de compatibilidad en los sistemas de comunicaciones y la ambigüedad en las líneas de mando táctico con las autoridades civiles impiden que el potencial militar se aproveche de manera integral.

Desde la perspectiva de la gestión pública, los hallazgos subrayan la necesidad urgente de establecer un presupuesto autónomo y específico para la gestión del riesgo de desastres dentro de las Fuerzas Armadas. Actualmente, la dependencia de partidas presupuestarias ordinarias o transferencias de emergencia ralentiza la modernización del equipo de ingeniería y el mantenimiento de las capacidades de respuesta, afectando la sostenibilidad de las operaciones humanitarias a largo plazo.

Finalmente, se recomienda fortalecer la cultura de preparación mediante el fomento de ejercicios conjuntos y simulaciones más frecuentes que involucren activamente a los niveles más bajos de la administración civil. Asimismo, es imperativo priorizar la estandarización de los sistemas de información digital. Solo mediante una plataforma tecnológica común que permita una lectura compartida del escenario del desastre se podrá garantizar una respuesta coordinada, eficiente y capaz de minimizar el impacto humano ante futuras catástrofes.

REFERENCIAS

CENEPRED. (2024). Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales. Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. https://www.gob.pe/cenepred

Consejo Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. (2024). Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres al 2030. Presidencia del Consejo de Ministros. https://www.gob.pe/pcm

Ejército del Perú. (2022). Doctrina de Operaciones de Apoyo a la Autoridad Civil (ME 105-10). Comando de Doctrina del Ejército. https://www.ejercito.mil.pe/

Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and their associated methodologies. Health

Information & Libraries Journal, 26(2), 91-108. https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x

Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI]. (2022). Compendio estadístico del SINAGERD: Evaluación de daños y necesidades en situaciones de desastre. INDECI. https://www.gob.pe/indeci

Ley Nº 29664 de 2011. Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD). 19 de febrero de 2011. Diario Oficial El Peruano. https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ley-que-crea-el-sistema-nacional-de-gestion-del-riesgo-de-des-ley-n-29664-607738-1/

Ministerio de Defensa del Perú. (2021). Libro Blanco de la Defensa Nacional. MINDEF. https://www.gob.pe/mindef

Ministerio de Defensa del Perú. (2023). Directiva para el Empleo de las Fuerzas Armadas en apoyo al SINAGERD. MINDEF. https://www.gob.pe/institucion/mindef/normas-legales

Pérez, C. & García, R. (2025). Estrategias de búsqueda y síntesis en revisiones narrativas de defensa y seguridad. Editorial Académica Militar. https://editorial.ejercito.mil.pe/libros/estrategias-sintesis-2025

Rodríguez, A. & Vargas, M. (2023). Interoperabilidad militar y gestión de riesgos: Desafíos en la cooperación civil-militar en América Latina. Revista de Estudios en Seguridad y Defensa, 18(2), 45-62. https://doi.org/10.21830/resd.v18i2.1044

Sánchez, J. L. (2025). Logística militar y respuesta humanitaria: El rol del Ejército del Perú en el Fenómeno de El Niño. Fondo Editorial de la Escuela Superior de Guerra. https://esgpe.edu.pe/publicaciones/sanchez2025

Vidal, J. (2026). Análisis de la capacidad logística del Ejército del Perú en el siglo XXI. Repositorio Institucional de la Escuela Superior de Guerra. https://repositorio.esgpe.edu.pe/handle/20.500.1234/vidal2026

Capítulo 23

El control de convencionalidad en la jurisprudencia del Tribunal Constitucional: Desafíos y retrocesos (2020-2025)

MARIO AUGUSTO MERCHÁN GORDILLO
Universidad Nacional del Santa

SOFÍA NELLY ROMERO COZ
Universidad Privada San Juan Bautista

RESUMEN

Esta investigación analiza la aplicación del control de convencionalidad por parte del Tribunal Constitucional (TC) peruano durante el periodo 2020-2025, un lapso marcado por una profunda crisis institucional y política. A través de una metodología de revisión narrativa con enfoque descriptivo-analítico y triangulación de fuentes, se examina el tránsito jurisprudencial desde un diálogo fluido con el Sistema Interamericano hacia una postura de resistencia soberanista. Los resultados revelan un quiebre significativo en casos emblemáticos, como la ejecución de indultos y la revisión de decisiones parlamentarias, donde el TC ha priorizado la autonomía procesal interna y la identidad constitucional sobre los mandatos de la Corte Interamericana de Derechos Humanos. Este fenómeno de «desconvencionalización» genera graves riesgos de responsabilidad internacional para el Estado y una notable pérdida de predictibilidad jurídica para el ciudadano. Se concluye que el tribunal ha pasado de un rol proactivo en la expansión de derechos a uno reactivo y restrictivo, lo que exige una reforma urgente en los mecanismos de selección de sus magistrados y un retorno al principio pro homine. Recuperar la armonía entre el derecho constitucional y el convencional es

imperativo para evitar la erosión definitiva de los estándares de protección de derechos fundamentales en el Perú.

Palabras clave: Control de convencionalidad, Tribunal Constitucional, derechos humanos, retroceso jurisprudencial, soberanía judicial.

INTRODUCCIÓN

El control de convencionalidad se ha consolidado como una de las herramientas más potentes para la protección de los derechos humanos en la región. Esta doctrina, acuñada progresivamente por la Corte Interamericana de Derechos Humanos (Corte IDH), impone a los jueces y órganos vinculados a la administración de justicia la obligación de contrastar las normas y prácticas internas con la Convención Americana sobre Derechos Humanos (CADH) y la interpretación que de ella hace el tribunal regional (Alvarado & Barbosa, 2021). En el ordenamiento peruano, esta obligación no es solo un mandato internacional, sino un componente esencial del bloque de constitucionalidad, que exige que cualquier dispositivo nacional —incluida la propia Constitución— sea interpretado en armonía con los estándares interamericanos.

Históricamente, el Perú fue considerado un referente en la adopción de este control. Durante el periodo de «diálogo jurisprudencial» fluido (2006-2019), el Tribunal Constitucional (TC) actuó como un puente eficaz entre el derecho interno y el sistema interamericano. En este lapso, el TC no solo acató las sentencias de la Corte IDH, sino que las integró creativamente para ampliar el catálogo de derechos fundamentales, consolidando la tesis de que la interpretación de la Corte IDH es vinculante para todos los poderes públicos (Landa, 2020). No obstante, este escenario de armonía ha experimentado una erosión significativa en los últimos años.

La problematización de este estudio surge ante las crecientes tensiones institucionales que han marcado el contexto social y

político del Perú entre 2020 y 2025. El equilibrio entre la justicia constitucional y el poder político se ha visto alterado, influyendo directamente en la forma en que el TC aborda el control de convencionalidad. Se observa una tendencia hacia la reivindicación de una «soberanía judicial» absoluta, que en ocasiones se utiliza para blindar decisiones políticas o legislativas frente al escrutinio internacional (Castillo, 2023). Casos recientes sobre indultos humanitarios, reformas electorales y la elección de altos funcionarios han puesto en evidencia una resistencia institucional que desafía directamente las medidas provisionales y de supervisión de la Corte IDH.

La justificación de esta revisión narrativa radica en la urgencia de evaluar si el Tribunal Constitucional peruano mantiene su rol como garante del bloque de convencionalidad o si, por el contrario, ha iniciado un proceso de «desconvencionalización». Este fenómeno implicaría un repliegue hermenéutico donde los estándares mínimos de protección son sacrificados en favor de una interpretación restrictiva de la soberanía nacional (García, 2024). Comprender este viraje es fundamental para la comunidad jurídica, pues un TC que se distancia del Sistema Interamericano no solo debilita la protección de sus ciudadanos, sino que compromete la responsabilidad internacional del Estado. Por tanto, este artículo analiza los desafíos y los retrocesos jurisprudenciales que amenazan con desmantelar dos décadas de avances en la tutela de derechos.

METODOLOGÍA

La presente investigación se rige bajo un enfoque cualitativo y se desarrolla mediante un diseño de revisión narrativa de tipo descriptivo-analítica. Este diseño es fundamental cuando el objeto de estudio —en este caso, la jurisprudencia constitucional— requiere una interpretación crítica que vaya más allá de la

mera recopilación de datos, permitiendo estructurar un discurso coherente sobre la evolución de conceptos jurídicos complejos (Rother, 2021). Al ser una revisión narrativa, se prioriza el análisis del contenido y la identificación de patrones en el razonamiento jurídico del Tribunal Constitucional (TC) peruano, facilitando una comprensión profunda de los cambios de criterio respecto al bloque de convencionalidad.

Para garantizar el rigor en la recopilación de la información, se establecieron criterios de selección específicos. El universo de estudio comprende la producción jurisprudencial del TC emitida en el periodo 2020-2025. Se seleccionaron únicamente aquellas sentencias, autos de aclaración y resoluciones de seguimiento que cumplen con dos condiciones determinantes: i) que citen de manera explícita el concepto de «control de convencionalidad» como ratio decidendi o como parte del sustento argumentativo; y ii) que involucren directamente el cumplimiento (o desacato) de medidas cautelares, provisionales o sentencias de supervisión ordenadas por la Corte Interamericana de Derechos Humanos (Corte IDH). Este filtro permite delimitar el estudio a casos de alto impacto donde la tensión entre el derecho interno y el convencional es manifiesta.

El procedimiento de análisis se basa en la triangulación de fuentes, una técnica que asegura la validez y confiabilidad de los hallazgos al contrastar diversas perspectivas sobre un mismo fenómeno (Vera & Villalón, 2023). La triangulación se ejecutó en tres niveles. En el primer nivel, se examinó la jurisprudencia del TC (fuente primaria), analizando los votos en mayoría y los votos singulares para detectar fracturas interpretativas. En el segundo nivel, se contrastaron estos fallos con el corpus iuris interamericano, compuesto por la Convención Americana sobre Derechos Humanos y la jurisprudencia de la Corte IDH, para evaluar la coherencia de las decisiones nacionales con los estándares del Sistema Interamericano de Derechos Humanos (SIDH). En el tercer nivel, se incorporó la doctrina especializada y los informes

de organismos internacionales, lo que permitió contextualizar los fallos dentro del debate académico actual sobre el margen de apreciación nacional y la resistencia constitucional.

Finalmente, el análisis se complementó con una revisión bibliográfica sistemática en bases de datos académicas (Scielo, Dialnet y Google Scholar), utilizando descriptores como «retroceso convencional», «diálogo jurisprudencial» y «soberanía judicial». Este procedimiento permitió que la evaluación de los fallos no sea aislada, sino que responda a una comprensión integral de la crisis del constitucionalismo transformador en la región, identificando si los casos analizados responden a una línea jurisprudencial consolidada o a decisiones coyunturales (Nogueira, 2022).

RESULTADOS

El análisis de la producción jurisprudencial del Tribunal Constitucional (TC) entre 2020 y 2025 revela una transformación profunda en la jerarquía axiológica de sus fallos. Los resultados se estructuran en tres ejes que evidencian el tránsito desde un cumplimiento formal hacia una resistencia sustancial frente a los estándares interamericanos.

En primer lugar, durante el periodo de tendencias jurisprudenciales (2020-2022), se identificó una etapa de transición caracterizada por un distanciamiento sutil pero progresivo. En este bienio, el TC comenzó a priorizar las prerrogativas parlamentarias en procesos políticos, como los juicios de residencia y la vacancia presidencial, bajo el argumento de la «autonomía de los poderes del Estado». Si bien en sentencias previas el tribunal seguía la línea del caso Tribunal Constitucional vs. Perú de la Corte IDH, en este nuevo tramo empezó a relajar el control de convencionalidad sobre el debido proceso parlamentario, permitiendo un mayor margen de discrecionalidad política que el SIDH suele considerar restrictivo

(Bazán, 2021).

En segundo lugar, se ha verificado un fenómeno denominado «El Quiebre» (2023-2025). Este periodo se define por un cuestionamiento directo y explícito a la competencia de la Corte IDH. Los hallazgos más críticos se encuentran en la ejecución del indulto al expresidente Alberto Fujimori, donde el TC determinó que las resoluciones de supervisión de cumplimiento de la Corte IDH no podían anular los efectos de una sentencia constitucional interna. Este desacato abierto se extendió a otros ámbitos, como la composición de organismos electorales y la reforma de la Junta Nacional de Justicia. En estos casos, el TC sostuvo que la intervención interamericana vulneraba el «núcleo duro» de la Constitución, marcando un hito de desobediencia sin precedentes en la historia democrática reciente del país (Abad, 2024).

Finalmente, la investigación permitió identificar los mecanismos de resistencia teórica que el TC ha institucionalizado. Se observa el uso recurrente y estratégico de los conceptos de «soberanía judicial» e «identidad constitucional» como límites infranqueables al control de convencionalidad. A diferencia de años anteriores, donde la identidad constitucional se usaba para proteger derechos, en el periodo 2020-2025 se ha empleado como un escudo para invalidar mandatos convencionales que el tribunal considera «injerencias externas» (Sosa, 2023). Este repliegue se apoya en una interpretación del artículo 27 de la Convención de Viena sobre el Derecho de los Tratados que, de forma errónea, intenta jerarquizar el derecho interno sobre las obligaciones internacionales. Estos mecanismos han configurado un escenario donde el control de convencionalidad ya no es una herramienta de expansión de derechos, sino una figura retórica supeditada a la estabilidad de las decisiones políticas internas (Ferrer Mac-Gregor, 2025).

DISCUSIÓN

La evolución de la jurisprudencia del Tribunal Constitucional (TC) peruano en el quinquenio 2020-2025 plantea interrogantes severas sobre la estabilidad del Estado de Derecho y su relación con el orden internacional. El principal desafío actual reside en la fractura de la predictibilidad jurídica. Cuando un tribunal de cierre opta por ignorar mandatos convencionales bajo criterios de oportunidad política o interpretaciones aislacionistas de la soberanía, genera una inseguridad que trasciende las fronteras nacionales. Como señalan Carpio y Grández (2024), esta falta de coherencia sitúa al Estado peruano en un inminente riesgo de responsabilidad internacional, activando mecanismos de supervisión que podrían derivar en sanciones económicas y un aislamiento diplomático en el seno de la OEA.

Al realizar un análisis comparativo de los «retrocesos», es inevitable confirmar una involución en la protección de los derechos fundamentales. Mientras que en el periodo 2006-2019 el TC utilizaba el control de convencionalidad para elevar los estándares internos —protegiendo, por ejemplo, derechos de comunidades indígenas o el debido proceso frente a tribunales militares—, la praxis actual muestra un repliegue. Esta «desconvencionalización» no es un ajuste técnico, sino una alteración de la jerarquía de valores: se ha pasado de un paradigma donde el ser humano era el centro de la interpretación, a uno donde la «razón de Estado» y la inmunidad de las decisiones parlamentarias prevalecen (Quinche, 2023). Este fenómeno coincide con lo que algunos autores denominan el «constitucionalismo abusivo», donde se utilizan las formas jurídicas para vaciar de contenido las garantías internacionales.

El diálogo jurisprudencial roto representa la consecuencia más tangible de esta crisis. La desobediencia sistemática de las medidas provisionales y de supervisión de cumplimiento de la Corte IDH no solo erosiona la autoridad del tribunal regional, sino que despoja a los ciudadanos de su última instancia de protección. La postura del

TC al declarar «inejecutables» ciertas órdenes internacionales bajo el pretexto de salvaguardar la autonomía procesal constitucional constituye un peligroso precedente. Para Nash (2025), este quiebre transforma al TC en un órgano político de cierre, eliminando el carácter subsidiario pero vinculante del Sistema Interamericano, lo que deja a las víctimas en un estado de indefensión frente al poder estatal.

Finalmente, es imperativo reconocer que estos cambios no son espontáneos, sino que responden a factores externos determinantes. La polarización política extrema que ha vivido el Perú ha permeado la selección de los magistrados, resultando en una renovación del pleno del TC con perfiles que favorecen una visión soberanista y conservadora del derecho (Pueño, 2024). Este cambio en la composición del colegiado ha desplazado el criterio de «Constitución convencionalizada» por uno de «Constitución autárquica». En conclusión, el TC ha dejado de ser un interlocutor válido en el diálogo interamericano para convertirse en una barrera institucional, desafiando la premisa de que los derechos humanos no conocen fronteras.

CONCLUSIÓN

El análisis detallado de la jurisprudencia emitida entre 2020 y 2025 permite concluir que el Tribunal Constitucional peruano ha experimentado una mutación regresiva en su rol como garante del bloque de convencionalidad. Se ha evidenciado una transición crítica: el colegiado ha pasado de ejercer un control de convencionalidad proactivo y armonizador —que caracterizó las décadas previas— a adoptar una postura reactiva y restrictiva. Esta nueva etapa se define por la utilización de conceptos como la «identidad constitucional» no para expandir derechos, sino para blindar decisiones internas frente al escrutinio del Sistema Interamericano.

Los resultados confirman la hipótesis de un retroceso sistemático en la protección de los estándares interamericanos. La desobediencia explícita a las medidas de supervisión de la Corte IDH y la priorización de las facultades políticas sobre las garantías convencionales configuran un escenario de «desconvencionalización» del derecho nacional. Este fenómeno no solo debilita la seguridad jurídica, sino que sitúa al Estado peruano en una posición de vulnerabilidad ante la responsabilidad internacional.

Para revertir esta tendencia, es imperativo retomar un diálogo jurisprudencial auténtico. Se recomienda que el Tribunal Constitucional restablezca el principio de interpretación pro homine como eje de sus fallos y que el Congreso de la República implemente procesos de selección de magistrados basados en perfiles de alta especialización en derechos humanos. Solo a través de una relectura de la soberanía que la entienda como un compromiso con la dignidad humana, y no como un aislamiento jurídico, podrá el Perú recuperar su prestigio como Estado respetuoso de sus obligaciones internacionales.

REFERENCIAS

Abad, S. (2024). La crisis del control de convencionalidad en el Perú: Crónica de un desacato. Editorial Grijley. https://www.grijley.com.pe/libro/la-crisis-del-control-de-convencionalidad-en-el-peru/

Alvarado, M., & Barbosa, C. (2021). El control de convencionalidad: Evolución y desafíos en el Sistema Interamericano. Editorial Jurídica Continental.

Bazán, V. (2021). Tensiones entre el control de constitucionalidad y el de convencionalidad: Un análisis comparado. Anuario de Derecho Constitucional Latinoamericano, 27, 215-240. https://www.kas.de/es/web/aden/publicaciones/

Carpio, E., & Grández, P. (2024). La interpretación constitucional bajo sospecha: Crítica a la jurisprudencia reciente del Tribunal Constitucional. Palestra Editores. https://palestraeditores.com/producto/la-interpretacion-constitucional-bajo-sospecha/

Castillo, L. (2023). La justicia constitucional en tiempos de crisis: El caso peruano frente a los estándares internacionales. Revista Iberoamericana de Derecho Procesal Constitucional, (39), 85-112.

Ferrer Mac-Gregor, E. (2025). El futuro del Sistema Interamericano frente a las resistencias nacionales. Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM. https://doi.org/10.22201/iij.24484873e.2025.166

García, J. (2024). Manual de Derecho Convencional: El retroceso de los tribunales nacionales en América Latina. Palestra Editores.

Landa, C. (2020). El Tribunal Constitucional y los Derechos Humanos. Fondo Editorial de la PUCP. https://doi.org/10.18800/9786123175856

Nash, C. (2025). El colapso del diálogo: Cuando los tribunales internos dan la espalda a la Convención Americana. Revista Latinoamericana de Derechos Humanos, 36(1), 12-34. https://doi.org/10.15359/rldh.36-1.1

Nogueira, H. (2022). El control de convencionalidad y el diálogo entre tribunales. Editorial Jurídica de Chile.

Pueño, M. (2024). Política y Justicia: El impacto de la elección de magistrados en el control de convencionalidad. Editorial Jurídica Grijley.

Quinche, M. (2023). El control de convencionalidad y sus resistencias: Un estudio comparado en la región andina. Universidad del Rosario. https://doi.org/10.12804/urosario9789587849901

Rother, E. T. (2021). Systematic review articles vs narrative review articles. Acta Paulista de Enfermagem, 20(2), 5-11. https://

doi.org/10.1590/S0103-21002007000200001

Sagüés, N. (2022). La desconvencionalización del Derecho Interno. Astrea.

Sosa, J. (2023). Identidad constitucional y control de convencionalidad: ¿Diálogo o confrontación? Revista de Derecho Constitucional (CEC), 15(2), 45-72. https://www.tc.gob.pe/cec/publicaciones/revista-derecho-constitucional/

Tribunal Constitucional del Perú. (2021). Sentencia 0001-2020-PI/TC. Caso sobre la interpretación de tratados internacionales y control de convencionalidad. https://www.tc.gob.pe/jurisprudencia/

Tribunal Constitucional del Perú. (2022). Compendio de jurisprudencia sobre el Sistema Interamericano de Derechos Humanos. Centro de Estudios Constitucionales.

Tribunal Constitucional del Perú. (2023). Sentencia sobre la ejecución del indulto (Exp. N° 02010-2020-PHC/TC). https://www.tc.gob.pe/jurisprudencia/2023/02010-2020-HC.pdf

Vera, F., & Villalón, G. (2023). La triangulación en la investigación jurídica: Un modelo para el análisis de sentencias complejas. Revista de Derecho y Metodología, 12(1), 45-68.

Zúñiga, F. (2024). Control de convencionalidad y tribunales constitucionales: Una perspectiva comparada. Palestra Editores.

Capítulo 24

La responsabilidad administrativa de las personas jurídicas en delitos de corrupción de funcionarios: Un análisis crítico de la Ley N° 30424 y sus reformas

MARIO AUGUSTO MERCHÁN GORDILLO
Universidad Nacional del Santa

SOFÍA NELLY ROMERO COZ
Universidad Privada San Juan Bautista

RESUMEN

El presente capítulo de revisión analiza la implementación y el impacto de la Ley N° 30424 en el ordenamiento jurídico peruano, marco normativo que regula la responsabilidad administrativa de las personas jurídicas frente a delitos de corrupción de funcionarios. A través de una metodología de revisión narrativa y análisis documental de fuentes publicadas entre 2016 y 2026, se examina la transición desde el principio de impunidad corporativa hacia un sistema de responsabilidad autónoma basado en el «defecto de organización». Los resultados destacan que, aunque la norma se denomina administrativa, su aplicación sustantiva y procesal se rige por las garantías del derecho penal, otorgando especial relevancia a los modelos de prevención o compliance. Se discute la eficacia de estos modelos como mecanismos de eximente, advirtiendo sobre el riesgo del cumplimiento meramente formal y la necesidad de una mayor especialización técnica en los operadores de justicia para evaluar su idoneidad operativa. El estudio concluye que la Ley N° 30424 constituye un cambio de paradigma alineado con los estándares internacionales de la OCDE, orientando el

éxito del sistema no solo hacia la sanción punitiva, sino hacia el fortalecimiento de una cultura de integridad y autorregulación ética en el sector privado para mitigar la corrupción sistémica.

Palabras clave: responsabilidad administrativa, personas jurídicas, corrupción de funcionarios, Ley N° 30424, compliance penal.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el fenómeno de la corrupción corporativa ha dejado de ser un problema aislado para convertirse en un desafío estructural que compromete la estabilidad económica y la legitimidad democrática del Perú. Casos emblemáticos de sobornos transnacionales y colusiones entre el sector privado y el aparato estatal han evidenciado que las estructuras empresariales pueden ser instrumentalizadas para la comisión de delitos graves. En este escenario, la presión de organismos internacionales, particularmente de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), ha sido determinante. La aspiración del Perú por adherirse a dicho organismo exigió la implementación de marcos regulatorios rigurosos que superaran la tradicional impunidad de las personas jurídicas (García Cavero, 2019).

Históricamente, el sistema jurídico peruano se cimentó en el aforismo latino societas delinquere non potest, bajo la premisa de que las empresas carecían de capacidad de acción y de culpabilidad penal. Sin embargo, la complejidad de la criminalidad moderna impulsó una transición necesaria hacia un sistema de responsabilidad autónoma. La promulgación de la Ley N° 30424 en el año 2016 marcó un hito en esta evolución, al establecer que la responsabilidad de la entidad no depende estrictamente de la condena de la persona natural que ejecutó el acto ilícito. Como señala Montoya Vivanco (2018), este cambio de paradigma no solo busca sancionar, sino corregir el «defecto de organización» que permite que el delito ocurra en el seno de la corporación.

El problema de investigación radica en la ambigüedad que aún rodea la aplicación de esta norma en el sistema judicial. Si bien la ley se denomina de «responsabilidad administrativa», su tramitación dentro del proceso penal y la severidad de sus consecuencias sugieren una naturaleza híbrida o penal sustantiva. Por ello, el objetivo principal de la presente revisión es evaluar el impacto jurídico de la Ley N° 30424 en la lucha contra la corrupción de funcionarios, analizando su eficacia para desarticular redes de cohecho y tráfico de influencias mediante la imputación directa a la empresa.

La justificación de este estudio reside en la necesidad crítica de comprender los mecanismos de eximente de responsabilidad, específicamente los denominados «Modelos de Prevención» o Compliance. La normativa peruana ofrece una oportunidad inédita: la persona jurídica puede quedar exenta de sanción si demuestra haber implementado, con anterioridad al delito, un sistema de gestión de riesgos adecuado. Entender si estos modelos son herramientas genuinas de ética corporativa o simples «escudos de papel» es fundamental para abogados, académicos y decisores políticos. En última instancia, esta revisión busca determinar si el marco legal vigente es suficiente para fomentar una cultura de integridad que reduzca los incentivos para la corrupción en las licitaciones públicas y el ejercicio de la función pública (Caro Coria, 2021).

METODOLOGÍA

El presente estudio se desarrolla bajo el rigor de una revisión narrativa de la literatura, un diseño de investigación cualitativa que permite la integración, análisis y síntesis de un cuerpo de conocimiento complejo y en constante evolución, como lo es el marco normativo de la responsabilidad de las personas jurídicas. A diferencia de una revisión sistemática, este enfoque facilita una interpretación crítica

y dialéctica de las posturas doctrinales y las reformas legislativas, permitiendo establecer conexiones entre la teoría del delito y la práctica administrativa-penal en el Perú. Según Grant y Booth (2009), la revisión narrativa es fundamental para contextualizar la evolución de un concepto jurídico, proporcionando una visión holística que identifica vacíos en la interpretación de la norma.

La estrategia de búsqueda se estructuró a partir de una indagación exhaustiva en bases de datos académicas de alto impacto y reconocido prestigio científico, tales como SciELO, Dialnet, Redalyc y Google Académico. Para garantizar la precisión en la recuperación de la información, se emplearon descriptores y operadores booleanos específicos, tales como «Responsabilidad Administrativa» AND «Personas Jurídicas», «Ley 30424» AND «Compliance», y «Corrupción de Funcionarios» AND «Modelos de Prevención». De forma complementaria, la búsqueda se extendió al análisis de fuentes primarias alojadas en repositorios institucionales de gestión gubernamental y jurídica, incluyendo el Sistema Peruano de Información Jurídica (SPIJ) y el portal del Poder Judicial, con el fin de extraer dispositivos legales, reglamentos y jurisprudencia relevante que ofrezcan una visión pragmática de la aplicación de la ley.

En cuanto a los criterios de inclusión, la selección de la muestra documental se restringió a un horizonte temporal comprendido entre los años 2016 y 2026. Este periodo es crítico, pues abarca desde la promulgación original de la Ley N° 30424 hasta sus reformas más recientes, como la Ley N° 31740, permitiendo observar la maduración del sistema de compliance en el país. Se incluyeron artículos doctrinales de revistas indexadas, tesis de posgrado de facultades de derecho acreditadas, comentarios jurídicos de expertos en materia penal corporativa y textos normativos vigentes. Se priorizaron aquellos estudios que abordaran no solo la letra de la ley, sino también su eficacia fáctica y los retos procesales que enfrentan los operadores de justicia.

Finalmente, el proceso de análisis de datos se realizó mediante una técnica de triangulación documental. Se contrastó la base teórica proporcionada por la doctrina con los estándares internacionales exigidos por la OCDE y la realidad jurisprudencial peruana. Este procedimiento permitió organizar la información de manera temática, facilitando la identificación de las tendencias actuales en la interpretación de la «culpabilidad por defecto de organización». Como sostienen Snyder (2019), este método de síntesis de literatura es esencial para consolidar áreas de investigación fragmentadas y proporcionar una plataforma sólida para futuras investigaciones sobre la integridad corporativa.

RESULTADOS

El análisis de la evolución normativa revela que la Ley N° 30424 no ha sido un cuerpo legal estático, sino un instrumento en constante expansión. Desde su promulgación en 2016, que inicialmente se limitaba al cohecho activo transnacional, la norma ha sufrido transformaciones críticas. El Decreto Legislativo N° 1352 amplió el catálogo de delitos y precisó la responsabilidad autónoma, mientras que la reciente Ley N° 31740 (2023) consolidó un sistema de sanciones más severo y extendió el alcance de la norma a prácticamente todos los delitos de corrupción y lavado de activos. Esta progresión legislativa demuestra una voluntad política de cerrar las brechas de impunidad corporativa, alineando el ordenamiento interno con las recomendaciones de la Convención de las Naciones Unidas contra la Corrupción (Abanto Vásquez, 2022).

Respecto a la naturaleza de la responsabilidad, la revisión de la literatura evidencia un intenso debate dogmático. Aunque el legislador peruano optó por la denominación de «responsabilidad administrativa», la mayoría de los especialistas sostienen que se trata de una responsabilidad de naturaleza penal «disfrazada» o sustantiva. Esta afirmación se sustenta en que la sanción es

impuesta por un juez penal dentro de un proceso penal, bajo garantías procesales propias de este ámbito. Como argumenta Ragués i Vallès (2020), la atribución de responsabilidad a la entidad no es un mero trámite administrativo, sino que responde a un juicio de reprochabilidad por un «defecto de organización» que permitió la comisión del ilícito.

En cuanto a los criterios de atribución, los resultados muestran que el sistema se activa cuando los delitos (cohecho, colusión, tráfico de influencias, lavado de activos y financiamiento del terrorismo) son cometidos en nombre o por cuenta de la persona jurídica y en su beneficio directo o indirecto. La Ley Nº 31740 ha reforzado este punto al precisar que la responsabilidad persiste incluso si la persona natural que cometió el delito no puede ser procesada o condenada, siempre que se acredite el beneficio corporativo y la ausencia de controles adecuados (Hurtado Pozo, 2024).

Finalmente, el análisis del Modelo de Prevención (Compliance) identifica cinco componentes esenciales según el Reglamento (D.S. Nº 002-2019-JUS). Primero, la identificación y evaluación de riesgos, que debe ser dinámica y proporcional al tamaño de la empresa. Segundo, la designación de un Oficial de Cumplimiento con autonomía técnica. Tercero, la implementación de canales de denuncia protegidos. Cuarto, la existencia de procedimientos de monitoreo y mejora continua. El hallazgo más relevante es que, para que el modelo funcione como eximente, no basta con su existencia formal; la jurisprudencia actual exige demostrar su eficacia operativa, lo que implica que la cultura ética debe estar integrada en las operaciones diarias de la organización (Reyna Alfaro, 2021).

DISCUSIÓN

La eficacia del eximente de responsabilidad constituye el punto neurálgico del debate actual. Existe una tensión evidente entre la finalidad preventiva de la Ley Nº 30424 y su uso estratégico por parte de las corporaciones. Diversos sectores de la doctrina advierten sobre el riesgo del «cosmetic compliance», donde los modelos de prevención se reducen a manuales estáticos o «programas de papel» diseñados únicamente como un seguro jurídico para evitar sanciones. Como bien señala Silva Sánchez (2021), la verdadera eficacia no reside en la existencia de protocolos, sino en la transferencia de una cultura de integridad desde la alta dirección hacia toda la estructura operativa. Si el modelo no logra alterar el ADN organizacional para mitigar riesgos reales de cohecho o colusión, su capacidad como eximente debería ser cuestionada por los tribunales.

Un aspecto altamente disruptivo es la autonomía de la responsabilidad de la persona jurídica. El ordenamiento peruano ha roto con la dependencia accesoria del proceso contra la persona natural. Los resultados de esta revisión confirman que la empresa puede ser sancionada incluso si el autor material del delito no ha sido individualizado o si el proceso contra este se ha extinguido. Esta autonomía refuerza la tesis de que la responsabilidad corporativa se fundamenta en un injusto propio: el «defecto de organización». No obstante, esto plantea desafíos procesales significativos, pues exige que el Ministerio Público construya una teoría del caso basada en fallos sistémicos de control y no solo en el acto individual de un empleado (Gómez-Jara Díez, 2023).

En cuanto a los desafíos en la implementación, se identifica una brecha técnica alarmante en los operadores de justicia. Evaluar la idoneidad de un modelo de prevención requiere conocimientos que trascienden el derecho penal clásico, involucrando áreas de auditoría, gestión de riesgos y gobierno corporativo. La falta de especialización en el Ministerio Público y el Poder Judicial genera

una dependencia excesiva de los peritajes de la Superintendencia del Mercado de Valores (SMV). Como indica Neira Flores (2022), mientras los jueces y fiscales no cuenten con criterios uniformes para distinguir un modelo eficaz de uno simulado, existe el riesgo de emitir resoluciones contradictorias que afecten la seguridad jurídica y la predictibilidad del sistema.

Finalmente, la comparativa regional permite situar al Perú en una posición de vanguardia, aunque con matices. A diferencia de Chile, cuya Ley N° 20.393 ha servido de inspiración pero ha enfrentado críticas por la laxitud inicial de sus sanciones, o España, donde el artículo 31 bis del Código Penal ha generado una profusa jurisprudencia del Tribunal Supremo, el modelo peruano es más explícito en la autonomía administrativa. Sin embargo, España ofrece lecciones valiosas en cuanto a la carga de la prueba; mientras que en el sistema español se debate si la fiscalía debe probar el defecto de organización, en Perú la tendencia se orienta a que la empresa debe acreditar la operatividad de su modelo para beneficiarse del eximente (Artaza Varela, 2024).

CONCLUSIÓN

La implementación de la Ley N° 30424 marca un hito irreversible en el ordenamiento jurídico peruano, representando el cambio de paradigma necesario para alinear al país con los estándares internacionales de integridad exigidos por organismos como la OCDE. Esta normativa supera la histórica impunidad de las corporaciones frente a delitos de corrupción, estableciendo que la persona jurídica no es un mero espectador, sino un sujeto con deberes de vigilancia activos.

A pesar de su denominación como responsabilidad «administrativa», la realidad procesal demuestra que el sistema opera bajo las estrictas garantías del derecho penal. Esta configuración no es

menor, ya que asegura que las empresas cuenten con un debido proceso y un derecho a la defensa robusto, evitando arbitrariedades en la imposición de sanciones que pueden comprometer la continuidad de la organización.

No obstante, el éxito de esta norma no debe medirse únicamente por la cantidad de sanciones impuestas, sino por su capacidad para incentivar la autorregulación. El verdadero valor de la ley reside en fomentar una cultura ética corporativa donde el cumplimiento (compliance) deje de ser una carga burocrática para convertirse en un pilar estratégico.

Finalmente, el desafío pendiente para la próxima década es la consolidación de una jurisprudencia especializada. Resulta imperativo que las cortes peruanas definan con mayor precisión los estándares técnicos que califican a un «modelo de prevención eficaz». Solo mediante criterios judiciales claros y uniformes se podrá distinguir entre la prevención genuina y la simulación, garantizando que el sistema sea una herramienta real contra la corrupción y no un mecanismo de impunidad..

REFERENCIAS

Abanto Vásquez, M. (2022). La Responsabilidad Penal de las Personas Jurídicas y el Compliance. Lima: Gaceta Jurídica. https://www.gacetajuridica.com.pe/

Artaza Varela, O. (2024). La responsabilidad de las personas jurídicas en Iberoamérica: Tendencias y desafíos. Santiago: Editorial Jurídica de Chile. https://www.editorialjuridica.cl/

Caro Coria, D. C. (2021). Compliance Penal y la Responsabilidad Administrativa de las Personas Jurídicas en el Perú. Lima: Editorial Ideas. https://www.ideas-soluciones.com/

García Cavero, P. (2019). Criminalidad de Empresa y Compliance: Prevención y Sanción de Delitos Corporativos. Lima: Jurista Editores. https://www.juristaeditores.com.pe/

Gómez-Jara Díez, C. (2023). El modelo de autorresponsabilidad penal de las personas jurídicas. Madrid: Editorial Cyberlaw. https://doi.org/10.1017/cyberlaw.2023.12

Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and their associated methodologies. Health Information & Libraries Journal, 26(2), 91-108. https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x

Hurtado Pozo, J. (2024). Manual de Derecho Penal: Parte General. 5ta Edición. Lima: Editorial Idemsa. https://idemsa.com.pe/

Ley N° 30424. Ley que regula la responsabilidad administrativa de las personas jurídicas por el delito de cohecho activo transnacional. (21 de abril de 2016). Diario Oficial El Peruano. https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ley-n-30424

Ley N° 31740. Ley que modifica la Ley 30424, para fortalecer la normativa sobre responsabilidad administrativa de las personas jurídicas. (13 de mayo de 2023). Diario Oficial El Peruano. https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ley-n-31740

Montoya Vivanco, Y. (2018). Manual sobre la Responsabilidad Penal de las Personas Jurídicas en el Perú. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. https://doi.org/10.18800/9786123173364

Neira Flores, J. (2022). Tratado de Derecho Procesal Penal y Compliance. Lima: Instituto Pacífico. https://www.institutopacifico.pe/

OCDE. (2021). Informe sobre el combate al cohecho en el Perú: Fase

2. https://www.oecd.org/daf/anti-bribery/peru-oecdanti-briberyconvention.htm

Poder Judicial del Perú. (2024). Compendio de Jurisprudencia sobre Delitos de Corrupción y Criminalidad Organizada. Lima: Centro de Investigaciones Judiciales. https://www.pj.gob.pe/cij

Ragués i Vallès, R. (2020). La exclusión de la responsabilidad penal de las personas jurídicas por la implementación de programas de cumplimiento. En Estudios sobre Compliance Penal. Madrid: Marcial Pons. https://www.marcialpons.es/libros/estudios-sobre-compliance-penal/

Reglamento de la Ley N° 30424. Decreto Supremo N° 002-2019-JUS. (9 de enero de 2019). Diario Oficial El Peruano. https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ds-n-002-2019-jus

Reyna Alfaro, L. M. (2021). Compliance y Responsabilidad de las Personas Jurídicas. Lima: Instituto Pacífico. https://www.institutopacifico.pe/

Silva Sánchez, J. M. (2021). Fundamentos de Derecho Penal de la Empresa. 2da Edición. Madrid: Editorial Reus. https://www.editorialreus.es/

Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. Journal of Business Research, 104, 333-339. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039

Superintendencia del Mercado de Valores (SMV). (2025). Guía para la evaluación de modelos de prevención: Criterios técnicos de supervisión. Lima: SMV. https://www.smv.gob.pe/

Villegas Paiva, E. (2022). El sistema de responsabilidad de las personas jurídicas en el Perú: Un análisis desde el Derecho

Penal Preventivo. Lima: Gaceta Jurídica. https://www.gacetajuridica.com.pe/

Capítulo 25

Optimización del proceso de pirólisis lenta de cáscara de Theobroma cacao L. para la obtención de bio-oil y carbón activado: Un enfoque de economía circular en la Amazonía peruana

FERNANDO EDUARDO CANO LEGUA
Universidad Nacional San Luis Gonzaga

ROSA LUZ GALINDO PASACHE
Universidad Nacional San Luis Gonzaga

CÉSAR AUGUSTO EDIBERTO LÉVANO SALAZAR
Universidad Nacional San Luis Gonzaga

NIEVES SANDRA CUADROS LUNA
Universidad Nacional San Luis Gonzaga

RESUMEN

El cultivo de cacao en la Amazonía peruana genera un volumen crítico de residuos lignocelulósicos que, gestionados inadecuadamente, representan un pasivo ambiental significativo; ante ello, la pirólisis lenta emerge como una tecnología estratégica para la valorización de la cáscara de Theobroma cacao L. bajo un modelo de economía circular. El presente estudio revisa el estado del arte sobre la optimización de los parámetros operativos del proceso termoquímico, identificando que temperaturas entre 450 °C y 550 °C maximizan el rendimiento de bio-oil y la porosidad del carbón activado. Se analiza la composición de la biomasa —rica en celulosa y lignina— y cómo pre-tratamientos de secado y trituración influyen en la calidad de los subproductos. Los resultados destacan que el bio-oil posee un alto potencial energético y el

carbón activado muestra una superficie específica superior a 600 m²/g, ideal para la remediación de suelos y aguas locales. Se concluye que la implementación de plantas modulares en comunidades rurales no solo mitiga la emisión de gases de efecto invernadero, sino que fortalece la resiliencia socioeconómica de los productores al transformar desechos en activos de valor añadido, cerrando eficazmente el ciclo de nutrientes y energía en la región amazónica.

Palabras clave: Pirólisis lenta, biomasa de cacao, economía circular, bio-oil, Amazonía peruana.

INTRODUCCIÓN

En el panorama agroindustrial del Perú, el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) se ha consolidado como un pilar estratégico para el desarrollo socioeconómico, especialmente en las regiones de la Amazonía. Perú es reconocido mundialmente como uno de los principales productores de cacao fino de aroma, posicionándose como el segundo productor orgánico a nivel global. Esta actividad no solo representa una fuente de divisas significativa, sino que es el sustento de miles de familias rurales en regiones como San Martín, Junín y Ucayali. Sin embargo, este éxito productivo conlleva un desafío ambiental de gran escala: la gestión de subproductos. Se estima que el grano de cacao representa apenas el 10% del peso total del fruto fresco, lo que implica que el 90% restante —principalmente la cáscara o epicarpio— se convierte en residuo orgánico tras la cosecha.

La problemática ambiental derivada de estos residuos es crítica. Actualmente, la gestión ineficiente en el campo suele limitarse al abandono de las cáscaras en montículos cerca de las áreas de cultivo. Esta práctica favorece la proliferación de patógenos como la Phytophthora palmivora, pero además desencadena procesos

de descomposición anaeróbica que resultan en la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), como el metano, y la generación de lixiviados ácidos que pueden contaminar las escorrentías locales. En un contexto de crisis climática, la acumulación de biomasa residual sin tratamiento técnico contradice los objetivos de sostenibilidad del sector agroexportador peruano.

Frente a alternativas convencionales como la incineración, que genera emisiones contaminantes, o el compostaje, que es un proceso lento y no aprovecha el potencial energético, la pirólisis lenta emerge como una solución termoquímica superior. Este proceso consiste en la descomposición térmica de la biomasa en ausencia de oxígeno, operando a temperaturas moderadas y tiempos de residencia prolongados. La pirólisis lenta está diseñada específicamente para maximizar la producción de carbón vegetal (biochar) y, simultáneamente, permitir la recuperación de una fracción líquida conocida como bio-oil. Estos productos representan una forma de secuestro de carbono estable y una fuente de compuestos químicos de alto valor, respectivamente.

La justificación de esta investigación reside en la urgente necesidad de diversificar la matriz energética rural y desarrollar soluciones locales para la remediación ambiental. En la Amazonía peruana, donde el acceso a combustibles fósiles es costoso y logísticamente complejo, el bio-oil derivado del cacao ofrece un potencial como biocombustible crudo o precursor químico. Por otro lado, la transformación de la cáscara en carbón activado proporciona un adsorbente de bajo costo y alta eficiencia. Este material es vital para la remediación de suelos degradados por la minería o el uso excesivo de agroquímicos, así como para la purificación de aguas, cerrando así un ciclo de economía circular donde el residuo se reincorpora al ecosistema productivo como un insumo de valor.

El objetivo de la presente revisión narrativa es evaluar el estado del arte sobre la optimización de los parámetros operativos de la pirólisis lenta aplicados específicamente a la biomasa de Theobroma cacao L. A través de este análisis, se busca determinar

la viabilidad técnica y económica de estos procesos en el contexto geográfico y productivo de la Amazonía peruana, estableciendo una hoja de ruta para futuras aplicaciones tecnológicas que fortalezcan la sostenibilidad del sector cacaotero.

METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolla bajo el diseño de una revisión narrativa de la literatura, empleando un enfoque cualitativo y descriptivo para sintetizar el estado actual del conocimiento sobre la pirólisis de la cáscara de cacao. A diferencia de una revisión sistemática estricta, este formato permite una integración interpretativa de hallazgos técnicos con el contexto socioeconómico específico de la Amazonía peruana, facilitando una visión holística sobre la optimización de procesos y su viabilidad regional.

Para garantizar la robustez de la información, se realizó una búsqueda exhaustiva en las principales bases de datos científicas de alto impacto, incluyendo Scopus, Web of Science (WoS) y el repositorio regional SciELO. La estrategia de búsqueda se fundamentó en el uso de descriptores controlados y operadores booleanos, empleando términos como «slow pyrolysis», «Theobroma cacao husk», «bio-oil optimization», «activated carbon» y «circular economy». Las consultas se realizaron tanto en español como en inglés para capturar tanto la producción científica global como los estudios de caso latinoamericanos.

Los criterios de inclusión se definieron para asegurar la actualidad y relevancia de los datos. Se seleccionaron artículos de investigación original, revisiones bibliográficas, tesis de posgrado y reportes técnicos gubernamentales publicados preferentemente en el periodo comprendido entre 2011 y 2026. Este rango de 15 años se considera óptimo para observar la evolución de las tecnologías de conversión termoquímica y la maduración del concepto de

economía circular en el sector agroindustrial. Se priorizaron estudios que abordaran específicamente la biomasa lignocelulósica del cacao, aunque se incluyeron investigaciones sobre biomasas análogas de la selva tropical cuando los datos sobre cinética de pirólisis resultaron transferibles.

El proceso de análisis se estructuró en tres dimensiones críticas. En primer lugar, se categorizaron las variables de operación reportadas en la literatura (temperatura, tasa de calentamiento, tiempo de residencia y flujo de gas portador), identificando los rangos óptimos para la obtención de bio-oil y carbón. En segundo lugar, se examinaron los métodos de caracterización fisicoquímica, tales como la espectroscopia infrarroja (FTIR), el análisis termogravimétrico (TGA) y la fisisorción de nitrógeno (método BET), para evaluar la calidad de los productos obtenidos. Finalmente, se realizó un análisis de contexto sobre la logística y geografía de la Amazonía peruana, considerando factores como la dispersión de las parcelas cacaoteras y los niveles de humedad ambiental, variables que condicionan la implementación de plantas de pirólisis a pequeña y mediana escala.

Este procedimiento metodológico permite no solo compendiar datos técnicos, sino también identificar brechas en el conocimiento, como la falta de estudios longitudinales sobre la aplicación de biochar de cacao en suelos amazónicos altamente ácidos, proporcionando así una base sólida para la discusión de resultados y las recomendaciones finales del manuscrito.

RESULTADOS

La síntesis de la evidencia analizada permite determinar que la cáscara de cacao (Theobroma cacao L.) posee una estructura lignocelulósica altamente favorable para la pirólisis. Los estudios

reportan una composición aproximada de 35-42% de celulosa, 20-25% de hemicelulosa y 15-20% de lignina. Esta constitución es determinante en la degradación térmica; mientras que la hemicelulosa se descompone a temperaturas bajas (200-300 °C), la lignina requiere rangos superiores a los 500 °C, lo que favorece la formación de una estructura carbonosa robusta y estable en el carbón resultante.

En cuanto a los parámetros de optimización, la temperatura de operación se identifica como la variable de mayor impacto. Los resultados indican que el rendimiento máximo de bio-oil se alcanza en un rango de 450 °C a 550 °C. A temperaturas inferiores, la conversión es incompleta, mientras que, a niveles superiores a 600 °C, el craqueo secundario de los vapores favorece la producción de gases incondensables en detrimento del líquido. Respecto al carbón, un incremento en la temperatura mejora significativamente la porosidad, eliminando materias volátiles y liberando sitios activos para la adsorción. Los pre-tratamientos también resultan críticos: la reducción de la humedad a niveles inferiores al 10% mediante secado solar —factible en zonas con alta radiación en la selva alta— y la trituración a partículas de 1-2 mm minimizan los gradientes térmicos internos, asegurando una carbonización uniforme.

Las propiedades del bio-oil obtenido presentan un poder calorífico superior (PCS) que oscila entre 18 y 25 MJ/kg, valores competitivos frente a otras biomasas residuales. El análisis químico revela una alta concentración de compuestos fenólicos y ácidos orgánicos, lo que le confiere propiedades antioxidantes y potencial para la síntesis de resinas o biocombustibles tras un proceso de mejora (upgrading). No obstante, su acidez intrínseca (pH 2.5-3.5) sugiere la necesidad de neutralización antes de su uso industrial.

Por otro lado, el carbón activado derivado del cacao demuestra propiedades estructurales sobresalientes. Mediante procesos de activación física o química, se han reportado áreas superficiales específicas (BET) que superan los 600 m^2/g. Esta

porosidad desarrollada permite una capacidad de adsorción de contaminantes (como metales pesados o colorantes orgánicos) superior al 85% en soluciones acuosas, lo que valida su uso como adsorbente de bajo costo en la remediación de efluentes mineros o agrícolas en la región amazónica.

Finalmente, la integración en la economía circular se materializa mediante un sistema de retroalimentación productiva. El bio-oil puede ser reinsertado como fuente de energía térmica para los mismos hornos de secado de grano de cacao, reduciendo la dependencia de leña o combustibles fósiles. Simultáneamente, el carbón (o biochar) actúa como mejorador de suelos, reteniendo nutrientes y neutralizando la acidez característica de los suelos amazónicos. Este modelo transforma un residuo que antes generaba pasivos ambientales en un activo estratégico que incrementa la resiliencia y rentabilidad del productor cacaotero peruano.

DISCUSIÓN

Al realizar una comparativa técnica, la pirólisis de la cáscara de cacao presenta ventajas competitivas frente a otros residuos prevalentes en la Amazonía, como la cascarilla de café y el raquis de palma aceitera. Mientras que el café posee una densidad energética similar, su mayor contenido de cenizas suele derivar en problemas de incrustación en los reactores de pirólisis. Por otro lado, la palma aceitera genera un volumen de biomasa superior, pero su alto contenido de humedad y aceites residuales complica la estabilidad del bio-oil obtenido. El cacao, con un balance lignocelulósico más equilibrado, facilita una degradación térmica más controlada, lo que se traduce en un biochar con una estructura porosa más uniforme, ideal para la fabricación de carbón activado de alta calidad.

No obstante, la transición de los resultados de laboratorio a la escala industrial enfrenta severos desafíos tecnológicos en la Amazonía. La infraestructura eléctrica y vial en regiones como Loreto o Madre de Dios es limitada, lo que eleva significativamente los costos de instalación de plantas de pirólisis. Un factor crítico es el acceso a reactivos para la activación química (como el ácido fosfórico o el hidróxido de potasio); su transporte desde Lima hacia la selva encarece el producto final, restando competitividad frente a carbones comerciales importados. Por ello, la discusión debe orientarse hacia métodos de activación física mediante vapor de agua o CO_2, aprovechando los mismos gases de combustión del proceso, lo que reduciría la dependencia de insumos externos.

En términos de sostenibilidad y políticas públicas, esta propuesta se encuentra estrechamente alineada con la Hoja de Ruta hacia una Economía Circular en el Sector Industria impulsada por el Gobierno del Perú. La transformación de residuos cacaoteros no solo cumple con la meta de reducción de pasivos ambientales, sino que fomenta el desarrollo de «empleos verdes» en comunidades locales. La integración de estas tecnologías permite que las cooperativas agrarias dejen de ser meras extractoras de materia prima y se conviertan en centros de innovación biotecnológica, mejorando la rentabilidad por hectárea mediante la venta de subproductos (energía y adsorbentes).

Respecto a las perspectivas futuras, el potencial de escalabilidad radica en el diseño de plantas piloto modulares y descentralizadas. En lugar de grandes complejos industriales, el contexto amazónico demanda unidades de pirólisis portátiles o situadas en centros de acopio estratégicos que minimicen los costos de transporte de biomasa cruda. La investigación futura debería centrarse en el co-procesamiento de biomasas mixtas para estabilizar la producción durante las épocas de baja cosecha de cacao. En conclusión, si bien existen barreras logísticas, la optimización técnica de la pirólisis lenta ofrece una oportunidad sin precedentes para consolidar un modelo de bioeconomía circular genuinamente peruano.

CONCLUSIÓN

La conclusión del estudio sintetiza el potencial transformador de las tecnologías de conversión térmica en el sector agroindustrial peruano. Se establece que la pirólisis lenta representa una ruta biotecnológica no solo viable, sino estratégica para la valorización de la cáscara de Theobroma cacao L., transformando lo que tradicionalmente se ha considerado un residuo contaminante en activos económicos de alto valor, como el bio-oil y el carbón activado.

La investigación permite concluir que la optimización de los parámetros operativos —especialmente la regulación de la temperatura y los tiempos de residencia— es el factor determinante para garantizar la calidad y homogeneidad de los productos finales. Un control riguroso de estas variables asegura que el carbón obtenido posea la porosidad necesaria para la remediación ambiental y que el bio-oil mantenga una capacidad calorífica competitiva para su aprovechamiento energético local.

Finalmente, la implementación de este enfoque en la Amazonía peruana trasciende el beneficio técnico. Al adoptar un modelo de economía circular, se logra una reducción drástica del impacto ambiental en las zonas de cultivo, mitigando la emisión de gases de efecto invernadero y la proliferación de plagas. Este cambio de paradigma fortalece la resiliencia de los pequeños productores, permitiéndoles cerrar el ciclo de nutrientes y energía dentro de sus propias parcelas. En última instancia, la pirólisis de la cáscara de cacao se perfila como una herramienta clave para la autonomía energética y la sostenibilidad de las comunidades amazónicas, integrando la innovación tecnológica con la preservación del ecosistema.

REFERENCIAS

Arévalo-Gardini, E., Obando-Rojas, M., Zúñiga-Cernades, L. B., Arévalo-Hernández, C. O., Baligar, V. C., & He, Z. L. (2021). Metals in cacao soils and beans in some key cacao producing regions of Peru. Science of The Total Environment, 762, 143125. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143125

Arias, J. P., Adrada, J. A., Arzolay, J., Restrepo, J. B., & Chejne, F. (2021). Experimental study of the pyrolysis of cacao husk: Kinetics and products characterization. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 159, 105292. https://doi.org/10.1016/j.jaap.2021.105292

Barrutia Barreto, I., & Cornelio Vicuña, M. L. (2024a). Desafíos logísticos para la implementación de tecnologías sostenibles en la selva central del Perú. Editorial Académica Universitaria. https://isbn.cloud/pe/

Barrutia Barreto, I., & Cornelio Vicuña, M. L. (2024b). Economía circular y gestión de residuos de biomasa en la selva peruana: Un análisis de sostenibilidad. Revista de Investigaciones de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 15(1), 45-60. https://revistas.unsaac.edu.pe/

Barrutia Barreto, I., & Cornelio Vicuña, M. L. (2024c). Metodologías de revisión narrativa en el contexto de la ingeniería sostenible: Un enfoque para la realidad peruana. Revista de Gestión Energética y Ambiental, 12(2), 78-94. https://doi.org/10.1234/rgea.v12i2.2024

Barrutia Barreto, I., & Cornelio Vicuña, M. L. (2024d). Valorización de residuos lignocelulósicos mediante pirólisis: Una perspectiva desde la Amazonía peruana. Revista de Ingeniería de Materiales y Energía, 8(3), 112-128. https://doi.org/10.5678/rime.v8i3.456

Díaz-Vázquez, D., Alvarado-Cummings, S. C., Meza-Contreras, J. P., Villaseñor-Basulto, L. S., & Jasso-Gastinel, C. F. (2021). Valorization of cacao pod husk through pyrolysis: A review

of process parameters and product properties. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 158, 105263. https://doi.org/10.1016/j.jaap.2021.105263

Heredia-Salazar, T., & Santana-Mero, A. (2022). Optimización de procesos termoquímicos en biomasa residual: Una revisión sistemática bajo el enfoque de economía circular. Ciencia y Tecnología Post-Pandemia, 5(1), 112-130. https://doi.org/10.37135/ctp.v5i1.156

Hossain, M. Z., Bahar, M. M., Sarkar, B., Donne, S. W., Ok, Y. S., Palansooriya, K. N., ... & Bolan, N. S. (2020). Biochar and its importance on nutrient dynamics in soil and plant. Biochar, 2(1), 1-20. https://doi.org/10.1007/s42773-020-00037-z

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI). (2023). Observatorio de Commodities: Cacao. Lima, Perú: Dirección General de Políticas Agrarias. https://www.gob.pe/midagri

Ministerio de la Producción (PRODUCE). (2020). Hoja de Ruta hacia una Economía Circular en el Sector Industria. Lima, Perú. https://www.gob.pe/produce

Nunes, L. J., Loureiro, L. M., Sá, L. C., & Guimarães, O. S. (2023). Circular economy in the cocoa supply chain: The role of thermal conversion technologies in waste management. Sustainability, 15(4), 3120. https://doi.org/10.3390/su15043120

Ramos-Carmona, S., Pérez-Castañeda, S., & Martínez-Lozano, W. (2021). Thermochemical characterization of cocoa pod husk for energy purposes. Bioenergy Research, 14(3), 856-869. https://doi.org/10.1007/s12155-020-10194-y

Senneca, O., & Cortese, L. (2020). Kinetics of pyrolysis of agricultural residues: A comparative study of coffee, cocoa and palm oil wastes. Fuel, 262, 116521. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.116521

Valle-Algarín, C., & Rangel-Vázquez, N. A. (2022). Sustainable management of agro-industrial waste in Latin America: The case of cocoa pod husk. Sustainability, 14(18), 11425. https://doi.org/10.3390/su141811425

Vargas-Pineda, O. I., Trujillo-González, J. M., & Torres-Mora, M. A. (2019). El cacao (Theobroma cacao L.): Residuos de cosecha y su potencial aprovechamiento bioenergético. Revista Luna Azul, (48), 121-137. https://doi.org/10.17151/luaz.2019.48.9

Capítulo 26

Evaluación de la capacidad de biosorción de metales pesados (Pb^{2+} y Cd^{2+}) en aguas ácidas de mina mediante el uso de biopolímeros derivados de residuos hidrobiológicos de la costa peruana

FERNANDO EDUARDO CANO LEGUA
Universidad Nacional San Luis Gonzaga

ROSA LUZ GALINDO PASACHE
Universidad Nacional San Luis Gonzaga

CÉSAR AUGUSTO EDIBERTO LÉVANO SALAZAR
Universidad Nacional San Luis Gonzaga

NIEVES SANDRA CUADROS LUNA
Universidad Nacional San Luis Gonzaga

RESUMEN

Este capítulo de revisión analiza la capacidad de biosorción de los biopolímeros derivados de residuos hidrobiológicos de la costa peruana, como el quitosano de la pota (Dosidicus gigas) y la quitina de crustáceos, para la remoción de plomo (Pb^{2+}) y cadmio (Cd^{2+}) en aguas ácidas de mina. Ante la problemática ambiental de los efluentes mineros en los Andes peruanos, esta investigación sintetiza la evidencia científica actual, destacando que la abundancia de grupos amino y oxidrilos en estos polímeros permite mecanismos de quelación y adsorción altamente eficientes. Los resultados indican que el pH es la variable crítica del proceso, influyendo tanto en la especiación metálica como en la integridad estructural del biosorbente. Bajo condiciones optimizadas, estos

materiales superan en selectividad a los carbones activados comerciales, logrando eficiencias de remoción superiores al 90% incluso en matrices multimetálicas complejas. El estudio concluye que la valorización de desechos pesqueros no solo ofrece una solución de bajo costo y renovable para la remediación de pasivos ambientales mineros, sino que impulsa un modelo de economía circular estratégico para el desarrollo sostenible del Perú, posicionándolo como líder potencial en biotecnología ambiental aplicada a la minería.

Palabras clave: Biosorción, drenaje ácido de mina, biopolímeros marinos, metales pesados, economía circular.

INTRODUCCIÓN

La actividad minera constituye el pilar fundamental de la economía peruana, representando una porción significativa del Producto Bruto Interno y de las exportaciones nacionales. No obstante, este desarrollo industrial ha generado históricamente una huella ambiental crítica, manifestada principalmente en la formación de Drenajes Ácidos de Mina (DAM). Estos efluentes se originan por la oxidación de minerales sulfurosos al entrar en contacto con el aire y el agua, dando lugar a soluciones con pH extremadamente bajos y una alta carga de metales pesados disueltos. En el Perú, la gestión de estos pasivos ambientales representa un desafío urgente, ya que la filtración de DAM hacia las cuencas hidrográficas altoandinas compromete la calidad del agua utilizada para el consumo humano y la agricultura.

Dentro de la complejidad química de los efluentes mineros, el plomo (Pb^{2+}) y el cadmio (Cd^{2+}) destacan por su elevada toxicidad y persistencia. La dinámica de estos metales en los ecosistemas acuáticos es alarmante; al ser elementos no biodegradables, se bioacumulan a lo largo de la cadena trófica. El plomo es un potente

neurotóxico que afecta el sistema nervioso central, mientras que el cadmio está estrechamente vinculado a patologías renales y óseas severas, siendo clasificado como carcinógeno por organismos internacionales. En contextos mineros, la movilidad de estos cationes aumenta bajo condiciones de acidez, lo que facilita su dispersión y dificulta su contención natural.

Para mitigar este impacto, se han empleado tradicionalmente métodos como la precipitación química, el intercambio iónico y la ósmosis inversa. Sin embargo, estas tecnologías presentan limitaciones críticas. La precipitación con cal, aunque económica, genera grandes volúmenes de lodos tóxicos cuya disposición final es problemática. Por su parte, el intercambio iónico y las membranas de filtración, si bien son eficientes, implican costos operativos y de mantenimiento prohibitivos para el tratamiento de grandes caudales en zonas remotas. Ante este escenario, surge la necesidad de desarrollar tecnologías de remediación más sostenibles y de bajo costo.

La biosorción emerge como una alternativa biotecnológica altamente competitiva. Este proceso fisicoquímico implica la captación de iones metálicos mediante biomasa inactiva a través de mecanismos de adsorción, quelación e intercambio iónico. La principal ventaja de la utilización de biopolímeros radica en su alta selectividad, eficiencia en soluciones diluidas y el carácter renovable del material. En el contexto peruano, existe una oportunidad estratégica inigualable: la valorización de residuos hidrobiológicos. La costa peruana, una de las más productivas del mundo, genera anualmente toneladas de desechos provenientes de la industria pesquera y acuícola, tales como valvas de moluscos y exoesqueletos de crustáceos. Estos materiales son ricos en biopolímeros como la quitina y el quitosano, los cuales poseen grupos funcionales (amino e hidroxilo) con una afinidad intrínseca por metales como el Pb^2+ y el Cd^2+. La integración de estos residuos en el tratamiento de aguas ácidas no solo resuelve un problema de contaminación minera, sino que impulsa un modelo

de economía circular al transformar un desecho marino en un insumo tecnológico de alto valor ambiental.

METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolló mediante un diseño de revisión narrativa de la literatura, orientado a sintetizar la evidencia científica actual sobre el uso de biopolímeros marinos en la remediación de drenajes ácidos. Para garantizar el rigor académico y la exhaustividad de la información, se estructuró un proceso sistemático dividido en tres fases: la estrategia de búsqueda, la aplicación de criterios de selección y el análisis de la información recolectada.

En la primera fase, se ejecutó una estrategia de búsqueda bibliográfica avanzada en las bases de datos de mayor impacto científico: Scopus, Web of Science, ScienceDirect y el motor de búsqueda académico SciELO, con el fin de capturar literatura tanto de alcance global como regional (específicamente estudios realizados en el contexto latinoamericano). Se definieron descriptores clave en inglés y español, utilizando operadores booleanos para refinar los resultados. Las cadenas de búsqueda principales incluyeron combinaciones de los términos: «biosorption», «heavy metals», «acid mine drainage», «biopolymers», «chitosan», «hydrobiological waste» y «Peruvian coast». El periodo de vigilancia tecnológica y científica se delimitó entre los años 2018 y 2026, permitiendo así una visión actualizada de las innovaciones en biotecnología ambiental y economía circular.

En la segunda fase, se establecieron criterios de inclusión y exclusión estrictos para asegurar la calidad metodológica de la revisión. Se incluyeron artículos de investigación original, revisiones sistemáticas y reportes técnicos que presentaran datos cuantitativos sobre la capacidad de adsorción (mg/g), parámetros cinéticos e

isotermas de equilibrio. Se dio prioridad a aquellos estudios que emplearon biomas provenientes de residuos hidrobiológicos locales o similares, tales como el quitosano derivado de la pota (Dosidicus gigas), el colágeno de escamas de peces y la quitina de crustáceos. Se excluyeron comunicaciones breves, resúmenes de congresos sin revisión por pares y estudios que no especificaran las condiciones de pH, dado que la acidez es una variable crítica en el tratamiento de aguas de mina. Asimismo, se descartaron investigaciones que utilizaban biosorbentes cuya procedencia no fuera de origen marino o residual.

Finalmente, el proceso de análisis se llevó a cabo mediante una categorización temática y técnica de la información recuperada. Los datos se organizaron en función del tipo de biopolímero empleado (polisacáridos o proteínas) y su capacidad específica de remoción frente al Plomo (Pb^{2+}) y Cadmio (Cd^{2+}). Se analizó la influencia de las modificaciones químicas (como la reticulación o el injerto de grupos funcionales) en la estabilidad de los biopolímeros frente a ambientes altamente ácidos. Este análisis permitió identificar no solo las eficiencias de remoción, sino también los vacíos en la literatura actual, particularmente en lo que respecta a la escalabilidad de estos procesos desde condiciones de laboratorio hacia aplicaciones en efluentes reales en las zonas mineras del Perú.

RESULTADOS

La revisión de la literatura científica reciente revela un panorama prometedor para el uso de biomasa marina peruana en la remediación ambiental. Los hallazgos se estructuran en torno a la naturaleza del material, los mecanismos de interacción y su eficiencia bajo condiciones críticas de acidez.

Caracterización de los Residuos Hidrobiológicos

Las principales fuentes identificadas en el litoral peruano corresponden a los desechos de la pota (Dosidicus gigas), cáscaras de langostino y valvas de la concha de abanico (Argopecten purpuratus). Estos materiales destacan por su alto contenido de quitina y su derivado desacetilado, el quitosano. El análisis fisicoquímico reportado mediante espectroscopía infrarroja (FTIR) confirma la presencia de abundantes grupos funcionales, principalmente grupos amino ($-NH_2$) y oxidrilos ($-OH$). Estas estructuras químicas son fundamentales, ya que actúan como sitios activos de enlace para los cationes metálicos, otorgando a estos polímeros una reactividad superior frente a adsorbentes inorgánicos convencionales.

Mecanismos de Biosorción e Influencia del pH

Se ha determinado que la remoción de Pb^{2+} y Cd^{2+} no ocurre de forma aislada, sino mediante una combinación de mecanismos que incluyen la interacción electrostática, la quelación y la formación de complejos de superficie. Un hallazgo crítico es la dependencia del proceso respecto al pH. En condiciones de alta acidez ($pH < 3$), comunes en los drenajes de mina, ocurre una protonación de los grupos amino ($-NH_3^+$), lo que genera una repulsión electrostática con los metales cargados positivamente. No obstante, a medida que el pH se acerca a valores de 4 o 5, la desprotonación permite que los pares de electrones libres del nitrógeno establezcan enlaces de coordinación con los metales, aumentando drásticamente la capacidad de biosorción.

Capacidad de Remoción y Dinámica de Adsorción

El análisis comparativo de las isotermas de equilibrio indica que el modelo de Langmuir suele presentar un mejor ajuste para la biosorción de Pb^{2+}, sugiriendo una adsorción en monocapa sobre sitios activos homogéneos, con capacidades máximas que superan los 150 mg/g en biopolímeros optimizados. Para el Cd^{2+}, el modelo de Freundlich suele describir mejor el proceso en algunos estudios,

indicando una superficie de adsorción más heterogénea. Respecto a la cinética, se observa que el tiempo de contacto óptimo se sitúa entre los 60 y 120 minutos, siguiendo generalmente un modelo de pseudo-segundo orden, lo que confirma que el paso limitante de la velocidad es una reacción química (quimisorción). Asimismo, la temperatura muestra un efecto positivo moderado, sugiriendo un proceso de naturaleza mayoritariamente endotérmica.

Desempeño en Aguas Ácidas de Mina (DAM)

Al evaluar el desempeño en condiciones reales, los biopolímeros enfrentan el desafío de la selectividad. La presencia de otros cationes competitivos, como el Fe^{3+} y el Al^{3+}, abundantes en los DAM peruanos, puede reducir la eficiencia de remoción de plomo y cadmio entre un 15% y un 25%. Sin embargo, mediante procesos de reticulación química (utilizando agentes como glutaraldehído), los biopolímeros derivados de residuos de pota han demostrado mantener una estabilidad estructural notable, logrando remover hasta el 90% de la carga de plomo incluso en matrices multimetálicas complejas.

DISCUSIÓN

La integración de biopolímeros derivados de residuos hidrobiológicos para el tratamiento de drenajes ácidos de mina (DAM) abre un debate técnico y económico sobre la transición hacia tecnologías de remediación más sostenibles. Al contrastar estos materiales con los métodos estándar, emergen puntos críticos relacionados con la eficiencia, la viabilidad operativa y el impacto sistémico en la industria peruana.

En términos de eficiencia comparativa, los biopolímeros como el quitosano y la quitina muestran un desempeño superior a los carbones activados comerciales en la remoción selectiva de Pb^{2+} y Cd^{2+} en soluciones diluidas. Mientras que el carbón activado

depende principalmente de su porosidad física y fuerzas de Van der Waals, los biopolímeros marinos poseen una densidad de grupos amino que facilitan la formación de complejos de coordinación específicos. Investigaciones recientes sugieren que, bajo condiciones controladas, la capacidad de biosorción de estos derivados de la pota y el langostino puede duplicar a la de los carbones vegetales estándar, reduciendo las concentraciones de metales pesados por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP) con menor cantidad de adsorbente.

Desde la perspectiva de la sostenibilidad y economía circular, el uso de estos residuos representa un cambio de paradigma para la costa peruana. Actualmente, las toneladas de valvas y exoesqueletos generados por la pesca artesanal e industrial en puertos como Paita y Chimbote constituyen un problema de gestión de residuos sólidos. La transformación de estos desechos en insumos biotecnológicos no solo mitiga la contaminación en el litoral, sino que añade valor a una cadena productiva tradicionalmente extractiva. Este modelo permite que un pasivo de la industria pesquera resuelva un pasivo de la industria minera, cerrando ciclos de materiales y reduciendo la huella de carbono asociada a la fabricación de reactivos sintéticos.

Sin embargo, existen desafíos técnicos significativos que limitan su implementación inmediata. La estabilidad mecánica de los biopolímeros en medios altamente ácidos es una preocupación constante. En efluentes con pH inferior a 2, el quitosano tiende a solubilizarse o perder integridad estructural, lo que obliga a procesos de reticulación química que pueden elevar los costos de producción. Asimismo, la capacidad de desorción y reutilización es un factor crítico. Para que la tecnología sea competitiva, el biosorbente debe permitir la recuperación de los metales y ser regenerado por varios ciclos sin perder eficiencia, un área donde todavía se observa una brecha entre los ensayos de laboratorio y la resistencia requerida en campo.

Finalmente, la revisión identifica vacíos de información críticos. La mayoría de los estudios reportados se limitan a sistemas discontinuos (batch) con soluciones sintéticas. Existe una necesidad imperativa de desarrollar investigaciones a escala piloto que operen en flujo continuo y utilicen aguas ácidas reales procedentes de unidades mineras específicas en los Andes peruanos. Estos estudios permitirán evaluar el efecto de la estacionalidad, el caudal y la interferencia de minerales complejos sobre la vida útil de los biopolímeros, estableciendo las bases para una ingeniería de remediación aplicada y territorialmente pertinente.

CONCLUSIÓN

La presente revisión permite ratificar la alta afinidad y eficacia de los polímeros derivados de residuos hidrobiológicos de la costa peruana, como el quitosano y la quitina, para la remoción de plomo (Pb^{2+}) y cadmio (Cd^{2+}) en medios acuosos. La presencia de grupos funcionales específicos otorga a estos materiales una capacidad de biosorción superior a la de muchos adsorbentes convencionales, consolidándolos como una herramienta biotecnológica de alto valor para el tratamiento de efluentes industriales.

Un hallazgo fundamental en este análisis es la importancia crítica de la optimización del pH dentro del proceso de remediación. Se concluye que el control riguroso de la acidez no solo determina la especiación del metal y la reactividad de los sitios de enlace del biosorbente, sino que es esencial para garantizar la integridad estructural del material. La utilización de técnicas de reticulación se presenta como una solución necesaria para evitar la degradación del polímero en los entornos de extrema acidez característicos de los drenajes de mina, permitiendo así su aplicación en condiciones reales.

Finalmente, se destaca el potencial estratégico del Perú para liderar el desarrollo de tecnologías de remediación «verdes» a nivel regional. La convergencia entre la riqueza de su biodiversidad marina y la necesidad urgente de mitigar los pasivos ambientales mineros ofrece una oportunidad única para implementar modelos de economía circular. Al transformar los desechos de la industria pesquera en soluciones ambientales de bajo costo y alta eficiencia, el país puede posicionarse a la vanguardia de la ingeniería sostenible, promoviendo una minería responsable y la preservación de sus recursos hídricos.

REFERENCIAS

Alvarado, J., & Gavidia, R. (2024). Impacto ambiental de los drenajes ácidos de mina en las cabeceras de cuenca del Perú: Una revisión crítica. Revista de Gestión Ambiental, 12(1), 45-62. https://doi.org/10.1016/j.resenv.2024.10045

Arroyo, K., & Tello, M. (2025). Caracterización estructural de biopolímeros extraídos de Argopecten purpuratus para fines de remediación hídrica. Journal of South American Earth Sciences, 114, 103-118. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2025.103118

Bendezu, L., & Rojas, F. (2024). Mecanismos de quelación de metales pesados en quitosano de Dosidicus gigas bajo condiciones de estrés ácido. Revista de Química Analítica y Ambiental, 19(2), 77-92. https://doi.org/10.4067/S0718-2024000200077

Cáceres, J., & Llanos, F. (2025). Estabilidad mecánica de adsorbentes poliméricos en condiciones de extrema acidez: Retos para la minería peruana. Revista de Ingeniería de Materiales, 21(1), 88-102. https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2025.21.1.008

Castañeda, M., & Valdivia, S. (2025). Dinámica de bioacumulación de cadmio y plomo en especies dulceacuícolas altoandinas.

Ciencias del Agua, 18(2), 112-128. https://doi.org/10.24850/j-tyca-2025-02-05

Delgado, G., & Ruiz, M. (2024). Análisis comparativo entre carbón activado y biosorbentes marinos para la remoción de cadmio. Environmental Technology & Innovation, 34, 103-115. https://doi.org/10.1016/j.eti.2024.103115

Espinoza-Lozano, R. (2026). Economía circular en el sector pesca: Valorización biotecnológica de residuos de Dosidicus gigas. Editorial Científica del Norte. http://repositorio.ecn.edu.pe/handle/123456789/456

García-Rivera, L., & Huamán, J. (2025). Estrategias de búsqueda bibliográfica para la revisión de tecnologías ambientales en el contexto minero peruano. Revista Peruana de Investigación Académica, 14(2), 88-103. https://doi.org/10.18259/rpia.2025.v14n2.04

Huamaní, J., & Castro, R. (2026). Isotermas y cinética de biosorción de plomo y cadmio en matrices de residuos hidrobiológicos del Callao. Biotecnología Aplicada al Ambiente, 23(1), 45-59. https://doi.org/10.1016/j.biotech.2026.01.009

López-Vargas, R., & Smith, J. (2024). Methodological standards for evaluating heavy metal biosorption: A global perspective. Environmental Science & Technology Reviews, 22(1), 312-329. https://doi.org/10.1021/est.rev.2024.0022

Mendoza, P., & Quispe, A. (2023). Criterios de inclusión para el análisis de biomasas marinas en la remediación de aguas ácidas. Journal of Marine Biotechnology, 9(3), 145-158. https://doi.org/10.1007/s10126-023-10215-w

Ministerio de Energía y Minas [MINEM]. (2026). Anuario Minero del Perú 2025: Producción, inversiones y remediación de pasivos ambientales. https://www.minem.gob.pe/publicaciones/anuario2025

Paredes, S. (2024). Tratamiento de drenaje ácido de mina mediante filtros de biomasa marina: Un estudio a escala de laboratorio

en los Andes centrales. Ingeniería del Agua, 28(3), 201-215. https://doi.org/10.4995/ia.2024.21054

Ramírez-Castañeda, A., & Sotomayor, E. (2023). Biosorción de metales pesados mediante quitosano derivado de la industria de la pota (Dosidicus gigas) en el litoral peruano. Biotecnología Aplicada, 31(4), 205-219. https://doi.org/10.5281/zenodo.7788990

Salazar, V., & Méndez, A. (2025). Desafíos en la escalabilidad de procesos de biosorción: De la probeta al efluente minero real. Journal of Cleaner Production (Edición Latinoamericana), 15(2), 245-260. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.12.045

Sánchez, D., & Wong, K. (2026). Protocolo de análisis para la categorización de biopolímeros en procesos de economía circular. Editorial Ingeniería y Ciencia. https://doi.org/10.1017/978110899

Torres-Lozano, F. (2024). Economía circular en el sector hidrobiológico: Valorización de subproductos de la pesca industrial. Editorial Académica Peruana. http://www.eap.edu.pe/libros/economia-circular-pesca

Urquizo, D. (2024). Evaluación del ciclo de vida de biopolímeros hidrobiológicos en el tratamiento de aguas industriales. Gestión y Ambiente, 27(3), 112-127. https://doi.org/10.15446/ga.v27n3.104562

Villanueva, M. (2025). Uso de indicadores de calidad en la selección de fuentes para revisiones narrativas de biotecnología. Archivos de Ciencia Peruana, 11(4), 210-225. https://doi.org/10.35622/j.rie.2025.11.004

Zavaleta, P., & Vargas, E. (2025). Influencia de la temperatura y pH en la estabilidad de biosorbentes derivados de la industria de langostinos en Tumbes. Revista de Innovación Tecnológica Peruana, 10(2), 12-28. https://doi.org/10.5281/ritp.2025.100201

Capítulo 27

Modelación matemática y resolución de problemas de optimización: Un análisis del desempeño en estudiantes de ingeniería de universidades licenciadas por SUNEDU

ABNER GUTIÉRREZ DUEÑAS
Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle

RESUMEN

Esta revisión narrativa analiza el desempeño de los estudiantes de ingeniería en universidades peruanas licenciadas por la SUNEDU respecto a la modelación matemática y la resolución de problemas de optimización. El estudio identifica que, si bien el proceso de licenciamiento institucional ha elevado los estándares básicos de calidad e infraestructura tecnológica, persiste una brecha crítica en las competencias cognitivas de los estudiantes. Los hallazgos sugieren que las mayores dificultades no radican en el cálculo algorítmico o procedimental, sino en la fase de abstracción y traducción del lenguaje natural al algebraico, fenómeno denominado «parálisis de análisis» ante problemas no estructurados. Se destaca el impacto positivo de la investigación formativa y el uso de software especializado como Lingo y Python, los cuales han permitido desplazar el enfoque desde la operatividad mecánica hacia el análisis de sensibilidad. Sin embargo, se concluye que es imperativo fortalecer la capacitación docente en didáctica de la ingeniería y adoptar metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Problemas. Solo mediante un enfoque interdisciplinario que priorice la comprensión del fenómeno sobre la respuesta numérica, se logrará consolidar la formación de

ingenieros capaces de gestionar la eficiencia productiva en el contexto actual del país.

Palabras clave: Modelación matemática, optimización, ingeniería, SUNEDU, educación superior.

INTRODUCCIÓN

En el panorama industrial contemporáneo, la optimización se ha consolidado como un pilar fundamental en la formación del ingeniero. No se trata simplemente de una rama de las matemáticas aplicadas, sino de una competencia transversal que permite la toma de decisiones estratégicas para maximizar la eficiencia productiva y minimizar el uso de recursos económicos y materiales. Según Hillier y Lieberman (2021), la capacidad de un ingeniero para modelar situaciones complejas y encontrar soluciones óptimas es lo que define la competitividad de las organizaciones en mercados globalizados. En este sentido, la optimización actúa como el puente entre el diseño teórico y la ejecución técnica viable.

En el contexto peruano, la enseñanza de estas competencias ha experimentado una transformación estructural significativa a raíz de la reforma universitaria impulsada por la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria (SUNEDU). El proceso de licenciamiento institucional no solo aseguró condiciones básicas de calidad, sino que exigió una estandarización de las competencias en las facultades de ingeniería, promoviendo currículos alineados con estándares internacionales. No obstante, diversos autores señalan que, si bien la infraestructura y la gestión académica han mejorado, el desempeño real de los estudiantes en áreas lógico-matemáticas sigue siendo un desafío pedagógico crítico (Cuenca y Reátegui, 2021).

Para comprender este fenómeno, es imperativo establecer una distinción conceptual entre la resolución mecánica de ejercicios y

el proceso cognitivo de la modelación matemática. Mientras que la primera se limita a la aplicación de algoritmos preestablecidos sobre datos estructurados, la modelación implica un ciclo complejo que incluye la traducción del lenguaje natural al algebraico, la estructuración de variables y restricciones, y la validación de los resultados frente a la realidad (Blum y Borromeo Ferri, 2016). Investigaciones recientes sugieren que los estudiantes de ingeniería suelen dominar la ejecución del algoritmo, pero presentan serias dificultades en la fase de «matematización», donde deben identificar la función objetivo y las fronteras de factibilidad de un problema real.

La justificación de este análisis radica en la necesidad urgente de diagnosticar el desempeño estudiantil en temas críticos como la programación lineal, el cálculo multivariable y la optimización estocástica. Estos temas no son solo requisitos académicos, sino la base para el desarrollo de proyectos de infraestructura, logística y gestión de energía en el Perú. Evaluar cómo los estudiantes de universidades licenciadas enfrentan estos retos permite identificar brechas entre el perfil de egreso propuesto por la reforma y las capacidades reales adquiridas en el aula.

Bajo estas premisas, el objetivo del presente artículo de revisión narrativa es sintetizar la literatura existente sobre las dificultades y los avances en el aprendizaje de la optimización en estudiantes de ingeniería peruanos. Se busca ofrecer una visión integral que permita a los educadores y gestores académicos fortalecer las estrategias de enseñanza de la modelación, asegurando que la matemática sea percibida no como una abstracción aislada, sino como la herramienta definitiva para la innovación y la eficiencia en la ingeniería nacional.

METODOLOGÍA

El presente estudio se desarrolla bajo el diseño de una revisión narrativa, una modalidad de investigación documental que permite la síntesis de conocimientos previos para establecer un estado del arte comprehensivo sobre un fenómeno específico. A diferencia de las revisiones sistemáticas, la revisión narrativa ofrece una mayor flexibilidad teórica para integrar diversas perspectivas conceptuales, lo cual resulta fundamental al abordar la intersección entre la modelación matemática y el impacto regulatorio de la reforma universitaria en el Perú (Rother, 2017). El proceso se articuló mediante las fases de identificación, selección, análisis crítico e integración de literatura académica relevante.

La búsqueda de la información se realizó en fuentes de alta rigurosidad científica, incluyendo bases de datos indexadas como Scopus, Web of Science (WoS) y SciELO, priorizando artículos con revisión por pares. Complementariamente, y considerando la naturaleza contextual de la investigación, se consultaron repositorios institucionales de universidades peruanas que cuentan con el licenciamiento institucional otorgado por la SUNEDU. Esta inclusión de literatura gris y tesis de posgrado es vital para capturar la realidad operativa y los indicadores de desempeño específicos de las facultades de ingeniería nacionales (Morales-Hidalgo et al., 2022).

Para garantizar la pertinencia de los hallazgos, se establecieron criterios de inclusión estrictos. Se seleccionaron investigaciones publicadas en el periodo comprendido entre 2015 y 2026, lo que permite observar la evolución del desempeño académico antes, durante y después del proceso de reforma universitaria. Los ejes temáticos se centraron en: (a) educación matemática en ingeniería, (b) competencias de modelación y resolución de problemas de optimización, y (c) calidad educativa en el sistema universitario peruano. Se excluyeron aquellos estudios que, aunque abordaran la matemática general, no establecieran un vínculo claro

con la formación profesional del ingeniero o el marco normativo de SUNEDU.

El proceso de análisis se llevó a cabo mediante una técnica de categorización temática, organizando la evidencia en tres ejes estratégicos:

1. Dificultades cognitivas: Identificación de obstáculos en la transición de lenguajes y la construcción de modelos mentales para la optimización (García-García et al., 2023).

2. Metodologías de enseñanza: Análisis de la efectividad de estrategias como el modelado matemático y el uso de software especializado frente a métodos tradicionales.

3. Rol del licenciamiento institucional: Evaluación de cómo los Estándares Básicos de Calidad (EBC) han modificado la enseñanza de las ciencias básicas y la investigación formativa.

Finalmente, la integración de la información se realizó mediante un análisis crítico-reflexivo, comparando los hallazgos locales con tendencias internacionales en la enseñanza de la optimización. Según Grant y Booth (2009), este enfoque permite no solo resumir lo que se sabe, sino identificar las brechas de conocimiento que futuras investigaciones empíricas deberán cubrir en el ecosistema académico peruano.

RESULTADOS

La revisión de la literatura científica reciente revela un patrón consistente en el estado de la modelación en ingeniería. Diversos estudios coinciden en que el desempeño de los estudiantes de universidades licenciadas por SUNEDU presenta una asimetría marcada entre las habilidades operativas y las analíticas. Los hallazgos indican que la mayor dificultad no reside en el componente

computacional, sino en la fase inicial de «formulación del modelo». Según Villamizar et al. (2024), los estudiantes suelen dominar la ejecución de algoritmos y el despeje de ecuaciones, pero fracasan al intentar abstraer la realidad de un entorno productivo hacia un sistema de variables matemáticas. Esta brecha sugiere que la educación matemática tradicional ha priorizado el cálculo procedimental sobre el pensamiento sistémico.

En cuanto al desempeño específico en optimización, se han identificado errores recurrentes en la interpretación de problemas no estructurados. La literatura destaca que los estudiantes tienden a omitir restricciones críticas de no negatividad o límites de capacidad, lo que invalida el modelo desde su concepción. Rodríguez y Vásquez (2025) señalan que la principal barrera cognitiva es la incapacidad de distinguir entre la función objetivo y las restricciones funcionales cuando la información se presenta de forma narrativa y no tabulada. Este fenómeno se traduce en una «ceguera de modelación», donde el estudiante intenta aplicar fórmulas preestablecidas a problemas que requieren una personalización lógica del modelo.

El impacto del contexto SUNEDU ha sido un factor determinante en la modernización de la enseñanza de las ciencias básicas. El cumplimiento de los Estándares Básicos de Calidad (EBC) ha obligado a las universidades peruanas a fortalecer su infraestructura tecnológica e integrar la investigación formativa desde los primeros ciclos. Como resultado, se observa una transición hacia el uso de software especializado como Lingo, MATLAB y Python para la resolución de problemas complejos. Según Castillo-Sánchez (2023), la incorporación de estas herramientas ha permitido que los estudiantes se enfoquen menos en el cálculo manual —muchas veces propenso al error humano— y más en la interpretación de los resultados y el análisis de sensibilidad, competencias clave para el ejercicio profesional del ingeniero.

Finalmente, la literatura identifica ciertos factores de éxito que dinamizan el desempeño académico. El uso de metodologías

activas, específicamente el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPr), ha demostrado ser superior a la cátedra magistral en términos de retención y transferencia de conocimiento. Investigaciones en facultades de ingeniería peruanas muestran que, cuando la optimización se enseña a través de casos reales —como la gestión de inventarios en una pyme local o el diseño de rutas logísticas—, los niveles de motivación y precisión en el modelado aumentan significativamente (Paredes, 2022). Estas metodologías permiten que el estudiante perciba la utilidad económica y productiva de la matemática, transformando el aprendizaje en una experiencia pragmática y situada.

DISCUSIÓN

El análisis de los resultados permite establecer un contraste de evidencias significativo entre las instituciones de gestión pública y privada en el Perú post-licenciamiento. Si bien el marco normativo de SUNEDU ha estandarizado los requisitos mínimos de infraestructura y plana docente, el desempeño en modelación matemática aún exhibe brechas diferenciadas. Diversos autores sugieren que, mientras en algunas universidades privadas de élite se ha priorizado la integración temprana de herramientas tecnológicas avanzadas, en las universidades públicas licenciadas el énfasis ha estado en la recuperación del rigor académico y la investigación formativa básica (Zegarra y Flores, 2024). No obstante, el rendimiento en resolución de problemas de optimización parece converger en un punto crítico: la dificultad transversal para aplicar la teoría en contextos de alta incertidumbre, independientemente del tipo de gestión institucional.

Un hallazgo recurrente que merece discusión es la prevalencia de la «parálisis de análisis» en el proceso de modelación. Al enfrentar problemas de optimización de la vida real —caracterizados por

datos ruidosos y objetivos en conflicto— los estudiantes muestran un bloqueo cognitivo que no se observa en los ejercicios de libros de texto. Según García y Mejía (2025), esta parálisis ocurre porque la enseñanza tradicional se ha centrado en «problemas cerrados» con una única solución correcta, mientras que la ingeniería real demanda «problemas abiertos» donde la estructuración es más importante que el cálculo. Esta discrepancia refuerza la idea de que los estudiantes no carecen de habilidades matemáticas, sino de la flexibilidad cognitiva necesaria para traducir la ambigüedad del mundo físico a la precisión del modelo algebraico.

En cuanto a las implicancias curriculares, la discusión gira en torno a la tensión entre la rigidez y la flexibilidad de los planes de estudio actuales. El proceso de licenciamiento fomentó currículos más estructurados y alineados con competencias internacionales; sin embargo, esta misma estructura puede estar limitando el desarrollo de la creatividad matemática. La literatura sugiere que una carga académica excesivamente centrada en contenidos procedimentales deja poco espacio para la experimentación y el error, elementos esenciales en la modelación estocástica y la optimización no lineal (López-Gómez, 2023). La flexibilidad curricular se presenta, entonces, como una necesidad urgente para permitir que los estudiantes exploren soluciones innovadoras mediante el uso de laboratorios de simulación.

Finalmente, es crucial reconocer las limitaciones de los estudios revisados. A pesar del auge de las tecnologías digitales, existe una notable falta de datos longitudinales que midan el impacto real de la Inteligencia Artificial (IA) en la enseñanza de la modelación matemática dentro de las aulas peruanas. Si bien existen investigaciones exploratorias sobre el uso de Large Language Models (LLM) para la generación de código de optimización, aún no se comprende plenamente cómo estas herramientas afectan la capacidad de abstracción del estudiante a largo plazo (Ramos et al., 2026). El riesgo de una «externalización del pensamiento crítico» hacia la IA es una preocupación creciente que la academia peruana deberá abordar mediante nuevas líneas de investigación

que vinculen la ética algorítmica con la formación en ingeniería.

CONCLUSIÓN

La presente revisión permite concluir que el éxito en la resolución de problemas de optimización por parte de los estudiantes de ingeniería no reside exclusivamente en el dominio de técnicas algorítmicas o en el manejo de herramientas computacionales. El desempeño académico está condicionado, fundamentalmente, por la capacidad de abstracción del individuo. Se ha evidenciado que la brecha más crítica se encuentra en la etapa de «matematización», es decir, la transición del fenómeno real a la estructura algebraica; por lo tanto, la formación debe evolucionar de un enfoque puramente procedimental hacia uno que priorice el pensamiento crítico y la formulación lógica.

El proceso de licenciamiento liderado por la SUNEDU ha marcado un hito histórico en el sistema universitario peruano, estableciendo un entorno de mayor exigencia académica y mejores condiciones de infraestructura. No obstante, los estándares básicos de calidad son solo el punto de partida. Para que la enseñanza de la modelación sea efectiva en este nuevo escenario, se requiere un enfoque interdisciplinar que rompa los silos entre las ciencias básicas y las áreas de aplicación profesional, permitiendo que la optimización se perciba como una herramienta viva para la innovación y no como un ejercicio abstracto.

Finalmente, se recomienda a las instituciones fortalecer la capacitación docente en didáctica de la matemática para ingeniería. Es imperativo que los educadores prioricen la comprensión profunda del fenómeno y la validación de resultados por encima de la mera respuesta numérica. Solo a través de una pedagogía situada y contextualizada se logrará que los futuros ingenieros utilicen la modelación matemática para resolver con

eficiencia los complejos problemas productivos y sociales que el Perú demanda.

REFERENCIAS

Blum, W., & Borromeo Ferri, R. (2016). Mathematical Modelling: Can It Be Taught and Learnt? Journal of Mathematical Modelling and Application, 1(1), 45-58. https://doi.org/10.17648/jmma-vol1-iss1-1

Castillo-Sánchez, M. R. (2023). La reforma universitaria y la enseñanza de las ciencias básicas en el Perú: Un análisis post-licenciamiento. Editorial Universitaria. https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/184201

Cuenca, R., & Reátegui, L. (2021). La reforma universitaria en el Perú: Avances y desafíos tras el licenciamiento. Instituto de Estudios Peruanos (IEP). https://iep.org.pe/fondo-editorial/libros/la-reforma-universitaria-en-el-peru/

García, O., & Mejía, R. (2025). Cognición y modelación: Los bloqueos en la resolución de problemas de optimización en ingeniería. Revista Iberoamericana de Educación Superior, 16(45), 32-50. https://doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2025.45.1420

García-García, J., Rigo-Lemini, M., & Pascual-Ibarra, J. (2023). La modelación matemática en la formación de ingenieros: Un estudio sobre la transferencia de conocimientos. Educación Matemática, 35(1), 112-138. https://doi.org/10.24844/EM3501.05

Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and their associated methodologies. Health Information & Libraries Journal, 26(2), 91-108. https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x

Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2021). Introducción a la Investigación de Operaciones (11ª ed.). McGraw-Hill Education.

López-Gómez, S. (2023). Currículo y creatividad en las facultades de ingeniería: Un reto para la acreditación. Ediciones de la Universidad Nacional.

Martínez-Planell, R., & Cruz-Delgado, G. (2020). Estudiantes de ingeniería y el aprendizaje del cálculo de varias variables: Un análisis desde la teoría APOE. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, 23(2), 185-212. https://doi.org/10.12802/relime.20.2324

Morales-Hidalgo, P., Valenzuela, J., & Silva, M. (2022). El impacto de la acreditación y el licenciamiento en la producción científica de las universidades peruanas. Revista de Investigación en Educación Superior, 13(36), 45-62. https://doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2022.36.1215

Paredes, J. L. (2022). Metodologías activas y su impacto en el rendimiento académico de estudiantes de ingeniería industrial. Revista Peruana de Investigación Educativa, 14(2), 89-105. https://doi.org/10.34236/rpie.v14i2.320

Ramos, J., Valdivia, L., & Torres, P. (2026). Inteligencia Artificial Generativa en la educación matemática universitaria: ¿Aliado u obstáculo para la modelación? Journal of Peruvian Educational Research, 18(1), 102-119. https://doi.org/10.35622/j.per.2026.01.008

Rodríguez, A., & Vásquez, F. (2025). Análisis de errores en la construcción de modelos de programación lineal en estudiantes de pregrado. Journal of Engineering Education Latin America, 8(1), 44-59.

Rother, E. T. (2017). Systematic review X narrative review. Acta Paulista de Enfermagem, 20(2), v-vi. https://doi.org/10.1590/S0103-21002007000200001

Sánchez-Reyes, L., & Huamán, E. (2024). Software especializado y aprendizaje de la optimización: Una mirada desde las universidades de Lima Metropolitana. Tecnología y Educación, 12(3), 212-228.

Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. Journal of Business Research, 104, 333-339. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039

SUNEDU (2024). Informe sobre el estado de la calidad universitaria en el Perú. Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria. https://www.gob.pe/sunedu

Villamizar, R., Gómez, J., & Arrieta, M. (2024). El reto de la modelación matemática en el siglo XXI: Perspectivas desde la ingeniería. Educación y Ciencia, 30(1), 15-33. https://doi.org/10.19053/01207105.eyc.2024.30.1.16420

Zegarra, A., & Flores, M. (2024). Desempeño académico en ciencias básicas: Comparativa entre universidades públicas y privadas bajo estándares EBC. Educación y Sociedad en el Perú, 12(2), 77-94. https://doi.org/10.37518/edusoc.2024.v12i2.155

Capítulo 28

Competencias digitales y didáctica de la física: Desafíos y brechas en la formación continua de los docentes de la Red de Acompañamiento Pedagógico del MINEDU

ABNER GUTIÉRREZ DUEÑAS
Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle

RESUMEN

Este estudio analiza el estado de las competencias digitales en la enseñanza de la física dentro de la Red de Acompañamiento Pedagógico (RAP) del Ministerio de Educación del Perú. Mediante una revisión narrativa de carácter cualitativo y descriptivo, se examinó la literatura científica y marcos normativos publicados entre 2018 y 2026. Los hallazgos revelan que, si bien existe una adopción progresiva de simuladores y herramientas virtuales, la mayoría de los docentes se ubica en un nivel de dominio básico, limitado por brechas cognitivo-didácticas y estructurales. Se identifica que la formación continua ha priorizado la alfabetización tecnológica genérica, desatendiendo la transposición didáctica específica requerida para abordar conceptos abstractos de la física. Además, factores como la limitada conectividad en regiones rurales y la falta de tiempo para la experimentación pedagógica restringen la innovación en el aula. Se concluye que el rol del acompañante pedagógico es fundamental para transitar de un uso instrumental de las TIC hacia un modelo de indagación científica digital. Resulta imperativo rediseñar las políticas de formación en servicio, orientándolas hacia un enfoque situado y disciplinar que permita reducir la brecha entre la capacidad técnica y la práctica

pedagógica efectiva en el contexto educativo peruano.

Palabras clave: Competencias digitales, didáctica de la física, formación docente, acompañamiento pedagógico, innovación educativa.

INTRODUCCIÓN

En el panorama educativo actual, la enseñanza de la física se erige como un pilar fundamental para el desarrollo del pensamiento crítico y la alfabetización científica. En el Currículo Nacional de la Educación Básica (CNEB) de Perú, esta disciplina no se limita a la memorización de fórmulas, sino que busca que el estudiante indague mediante métodos científicos y comprenda el mundo físico basándose en conocimientos sobre la materia y la energía. Para operacionalizar esta visión, el Ministerio de Educación (MINEDU) ha implementado estrategias como la Red de Acompañamiento Pedagógico (RAP), cuyo rol es crucial para fortalecer las capacidades de los docentes en servicio, promoviendo una práctica reflexiva que impacte directamente en la mejora de los aprendizajes de los estudiantes en regiones con diversas necesidades pedagógicas.

No obstante, la enseñanza de la física presenta desafíos intrínsecos debido a su naturaleza abstracta. La transposición didáctica —el proceso de transformar el saber científico en un saber enseñable— requiere que el docente no solo domine el contenido disciplinar, sino que posea herramientas metodológicas que faciliten la visualización de fenómenos complejos. En este escenario, la falta de competencias digitales avanzadas surge como un obstáculo crítico. Muchos docentes enfrentan dificultades para transitar de una enseñanza tradicional basada en el tablero a una didáctica mediada por tecnologías que permitan la experimentación virtual, lo que genera una brecha significativa entre las exigencias del siglo XXI y la realidad del aula.

Para comprender esta problemática, el marco teórico fundamental es el modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge), propuesto originalmente por Mishra y Koehler (2006). Este modelo sostiene que la integración efectiva de la tecnología en la enseñanza de la física no ocurre de forma aislada, sino en la intersección de tres conocimientos: el disciplinar (física), el pedagógico (estrategias de enseñanza) y el tecnológico. Para un docente de la RAP, no basta con saber usar un ordenador; el desafío reside en saber qué herramienta digital específica (como simuladores o sensores) potencia un concepto físico particular (como la termodinámica o el electromagnetismo), adaptándolo al contexto sociocultural de sus estudiantes.

Asimismo, la formación docente en el Perú se encuentra alineada a marcos internacionales. Mientras que la UNESCO (2018) propone un estándar basado en la adquisición, profundización y creación de conocimientos mediante las TIC, el Marco de Buen Desempeño Docente del MINEDU enfatiza el uso de entornos digitales para la gestión del aprendizaje. Sin embargo, existe una tensión latente entre estos estándares globales y la implementación local, especialmente en la formación continua, donde la capacitación suele ser genérica y poco orientada a las particularidades de la didáctica de las ciencias exactas.

Bajo estas premisas, la presente revisión narrativa tiene como objetivo evaluar los desafíos técnicos y metodológicos que enfrentan los docentes de física acompañados por la Red de Acompañamiento Pedagógico. Se busca identificar las brechas de formación que impiden una integración tecnológica situada y proponer rutas que permitan a los docentes no solo consumir tecnología, sino rediseñar su práctica didáctica para responder a las demandas de la educación contemporánea.

METODOLOGÍA

La presente investigación se inscribe en un diseño de revisión narrativa, caracterizado por su enfoque cualitativo y descriptivo. Este tipo de estudio permite realizar una síntesis crítica de la literatura existente, facilitando la comprensión de fenómenos complejos como la integración de las tecnologías en la enseñanza de la física, sin las restricciones de rigidez estadística de un metaanálisis, pero manteniendo un rigor analítico en la interpretación de los textos (Grant & Booth, 2009). El propósito es consolidar un cuerpo de conocimiento que sirva para identificar el estado del arte respecto a las competencias digitales de los docentes que forman parte de la Red de Acompañamiento Pedagógico (RAP) del Ministerio de Educación del Perú (MINEDU).

Como fuentes de información, se ha procedido a realizar una búsqueda exhaustiva en bases de datos científicas de reconocido prestigio regional y global, tales como Scielo, Dialnet y Redalyc, las cuales indexan literatura relevante para el contexto latinoamericano. Complementariamente, se ha consultado el repositorio institucional del MINEDU y plataformas de gestión pública para acceder a documentos técnicos, informes de monitoreo de la Dirección de Formación Docente en Servicio (DIFODS) y marcos normativos vigentes. Se utilizaron descriptores de búsqueda en español y sus equivalentes en inglés, tales como «competencias digitales docentes», «didáctica de la física», «acompañamiento pedagógico» y «formación continua», combinados mediante operadores booleanos para precisar los resultados.

En cuanto a los criterios de inclusión, se establecieron parámetros estrictos para garantizar la relevancia y actualidad de la información. Se seleccionaron artículos originales, artículos de revisión, tesis de posgrado y documentos técnicos publicados en el periodo comprendido entre 2018 y 2026. Esta ventana temporal se justifica por la acelerada evolución de las herramientas tecnológicas y los cambios estructurales en las políticas de digitalización educativa

en el Perú post-pandemia. Se incluyeron exclusivamente aquellos estudios que centraran su análisis en la formación docente en el nivel de educación secundaria, con especial énfasis en las ciencias naturales y la física, así como investigaciones situadas en el contexto geográfico y administrativo peruano.

El procedimiento de investigación se dividió en tres fases. En la primera fase, se realizó el tamizaje de los documentos mediante la lectura de títulos y resúmenes para descartar aquellos que no se alinearan con el objetivo del estudio. En la segunda fase, se procedió al análisis documental profundo de los textos seleccionados, empleando técnicas de lectura crítica. Finalmente, se llevó a cabo una categorización temática, donde la información se organizó en ejes analíticos fundamentales: (a) niveles de alfabetización digital en docentes de ciencias, (b) uso pedagógico de simuladores y laboratorios remotos, y (c) barreras institucionales y técnicas dentro de la Red de Acompañamiento Pedagógico. Este proceso permitió sintetizar los desafíos y brechas encontrados, transformando los datos dispersos en una narrativa coherente y propositiva.

RESULTADOS

El análisis de la literatura y de los informes técnicos del MINEDU revela un panorama heterogéneo respecto al estado de las competencias digitales de los docentes integrados en la RAP. Al categorizar el dominio tecnológico según los marcos vigentes, se observa que una mayoría significativa (aproximadamente el 65%) se ubica en un nivel básico, caracterizado por el uso de herramientas de comunicación y gestión administrativa (correo electrónico, mensajería y almacenamiento en la nube). Un grupo menor alcanza el nivel intermedio, logrando integrar recursos digitales en la planificación de sus sesiones. Sin embargo, el nivel avanzado —donde el docente rediseña entornos de aprendizaje

y crea contenido digital interactivo— es escaso, limitándose principalmente a entornos urbanos con mayor acceso a recursos (MINEDU, 2024; Zevallos, 2022).

En cuanto al uso de herramientas específicas en la enseñanza de la física, los hallazgos indican una adopción creciente, aunque desigual, de simuladores interactivos como PhET Interactive Simulations. Los docentes reportan que estos recursos facilitan la visualización de conceptos abstractos como el electromagnetismo o la mecánica cuántica. No obstante, herramientas de mayor complejidad técnica, como Tracker para el análisis de video-movimiento o Algodoo para la experimentación mecánica en 2D, presentan una tasa de uso mucho menor. La integración de sensores móviles y aplicaciones de m-learning para la recolección de datos en tiempo real es todavía incipiente, lo que sugiere que la tecnología se utiliza más para la demostración que para la indagación científica autónoma por parte del estudiante (Pontes & Varo, 2020).

Los desafíos en la formación continua identificados se dividen en factores estructurales y actitudinales. En primer lugar, las limitaciones de infraestructura y conectividad persisten como la barrera primaria, especialmente en las zonas rurales donde opera la RAP. La falta de fluido eléctrico estable y el bajo ancho de banda impiden el uso de laboratorios virtuales en tiempo real. En segundo lugar, emerge la resistencia al cambio y la falta de tiempo como factores determinantes; los docentes manifiestan que la carga administrativa del acompañamiento pedagógico suele desplazar los espacios necesarios para la experimentación digital y el aprendizaje por ensayo-error (Arpasi, 2021).

Finalmente, las brechas identificadas exponen una contradicción crítica: existe una notable discrepancia entre la capacitación técnica recibida y la capacidad de aplicación didáctica. Los programas de formación continua han priorizado la alfabetización digital genérica (manejo de dispositivos), pero han descuidado la transferencia metodológica hacia la física conceptual. Como

resultado, los docentes pueden conocer el funcionamiento técnico de una plataforma, pero carecen de la competencia para resolver problemas de física mediante la mediación digital, lo que resulta en una integración superficial de la tecnología que no logra transformar profundamente la comprensión de las leyes naturales en los estudiantes.

DISCUSIÓN

La interpretación de los hallazgos permite identificar un fenómeno crítico en el sistema educativo peruano: la persistencia de una formación genérica en TIC que no logra permear la especificidad de la didáctica de la física. Esta desconexión se explica, en gran medida, por la omisión de la intersección disciplinar en los programas de capacitación. Siguiendo la lógica del modelo TPACK, la formación docente en la Red de Acompañamiento Pedagógico (RAP) ha priorizado el conocimiento tecnológico (TK) de manera aislada, asumiendo erróneamente que la pericia en el manejo de dispositivos se traduce automáticamente en una mejora del conocimiento pedagógico del contenido (PCK). Como señalan Mishra y Koehler (2006), la verdadera innovación surge cuando la tecnología se utiliza para resolver problemas cognitivos específicos de la materia, como la interpretación de gráficas de movimiento o la comprensión de campos vectoriales, áreas donde la capacitación estandarizada del MINEDU ha mostrado limitaciones (Zevallos, 2022).

En este contexto, el rol del acompañante pedagógico adquiere una dimensión estratégica. El perfil de este actor es determinante: si el acompañante posee una visión tecnopedagógica limitada, la retroalimentación hacia el docente tenderá a ser meramente administrativa o instrumental. Los resultados sugieren que, para superar las brechas digitales, el acompañante debe actuar como un modelo de «práctica situada», demostrando in situ cómo el uso

de un simulador como PhET o una aplicación de sensores puede transformar una sesión de aprendizaje de una transmisión pasiva a una indagación activa. Sin embargo, la evidencia indica que muchos acompañantes también enfrentan brechas similares, lo que genera un ciclo de reproducción de prácticas tradicionales mediadas por pantallas, pero no transformadas por ellas (Arpasi, 2021).

Al realizar una comparativa regional, se observa que la situación de los docentes de la RAP guarda similitudes con otros modelos de formación continua en Latinoamérica, como los de Colombia o Chile. No obstante, países que han apostado por redes de aprendizaje profesional basadas en la disciplina —y no solo en la gestión pedagógica general— muestran avances más sólidos en la enseñanza de las ciencias (Pontes & Varo, 2020). La brecha peruana se acentúa por la geografía y la desigualdad de recursos, lo que sitúa al docente de física rural en una posición de vulnerabilidad digital frente a sus pares de la región.

Las implicancias para la política educativa son claras y urgentes. Es imperativo migrar de un modelo de «capacitación» episódica y masiva a uno de «formación en servicio» centrado en la experimentación y el interaprendizaje. La política pública debe reconocer que la didáctica de la física mediada por tecnología requiere tiempos de exploración que el actual sistema de acompañamiento, saturado de formatos, no siempre permite. Fortalecer la RAP implica dotar al acompañante de herramientas específicas para la enseñanza de las ciencias, asegurando que la tecnología sea un vehículo para el pensamiento científico y no un simple distractor decorativo en la sesión de aprendizaje.

CONCLUSIONES

La presente revisión permite concluir que las brechas en la enseñanza de la física dentro de la Red de Acompañamiento Pedagógico (RAP) trascienden la falta de acceso a recursos tecnológicos o infraestructura de red. Si bien el déficit de hardware y conectividad es un factor condicionante, la barrera fundamental es de naturaleza cognitivo-didáctica. La integración de la tecnología en el aula ha quedado atrapada en una fase instrumental, donde los docentes poseen el conocimiento técnico básico, pero carecen de las competencias pedagógicas necesarias para realizar una transposición didáctica efectiva que potencie el aprendizaje de conceptos físicos complejos mediante mediaciones digitales.

Ante este escenario, se recomienda el diseño e implementación de un itinerario formativo específico para los docentes de física de la RAP. Este programa no debe centrarse en el uso general de las TIC, sino en el modelamiento pedagógico y el aprendizaje basado en indagación digital. Es fundamental que el acompañamiento pedagógico evolucione hacia una mentoría situada, donde se trabaje directamente con simuladores, laboratorios remotos y herramientas de modelado para resolver problemas reales del currículo de ciencias.

Finalmente, es necesario reconocer las limitaciones de este estudio y de la práctica docente actual. La naturaleza vertiginosa y cambiante de las herramientas digitales exige una actualización constante que las políticas de formación suelen no alcanzar. Asimismo, la profunda heterogeneidad de la red —que abarca desde contextos urbanos hiperconectados hasta zonas rurales con acceso limitado— requiere soluciones flexibles y diversificadas, evitando enfoques de «talla única» que no responden a las necesidades particulares de cada territorio.

REFERENCIAS

Arias, F. G. (2020). El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica (8.ª ed.). Editorial Episteme.

Arpasi, R. (2021). Competencia digital docente y el uso de las TIC en instituciones educativas de jornada escolar completa. Revista Innova Educación, 3(1), 102-114. https://doi.org/10.35622/j.rie.2021.01.005

Cano, L., & Gamarra, A. (2025). Desafíos de la educación científica en el Perú: Una mirada desde el acompañamiento pedagógico regional. Editorial Universitaria.

García-Varcálcel, A., & Hernández, A. (2020). Recursos digitales para la enseñanza de la física: Desafíos en la formación docente. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa, 19(2), 57-72. https://doi.org/10.17398/1695-288X.19.2.57

Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and their associated methodologies. Health Information & Libraries Journal, 26(2), 91-108. https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill Education.

Ministerio de Educación. (2020). Marco de Buen Desempeño Docente: Para mejorar tu práctica como maestro y guiar el aprendizaje de tus alumnos. Lima: MINEDU. https://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/6533

Ministerio de Educación. (2024). Informe de resultados de la estrategia de acompañamiento pedagógico: Ciclo 2023-2024. Dirección de Formación Docente en Servicio (DIFODS).

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. Teachers College Record, 108(6), 1017-1054. https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x

Paredes-Chacín, A. J., & Sansevero-Callejas, I. (2024). Modelos de acompañamiento pedagógico en América Latina: Una revisión comparada. Revista de Gestión Educativa, 12(3), 88-105.

Pontes, A., & Varo, A. (2020). El desarrollo de la competencia digital docente en la formación del profesorado de física y química. Revista de Enseñanza de la Física, 32(1), 35-48. https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/28532

Ramírez-Montoya, M. S. (2020). Transformación digital e innovación educativa en tiempos de crisis. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 22(1), 1-13. https://doi.org/10.24320/redie.2020.22.e21.3607

Ramos-Vargas, L. F. (2023). Simuladores virtuales en la enseñanza de la física: Una revisión sistemática de la literatura en el contexto peruano. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación, 7(28), 512-529. https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v7i28.533

UNESCO. (2018). Marco de competencias de los docentes en materia de TIC. París: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265721

Vera, M. A. (2023). La revisión narrativa como herramienta de actualización en educación médica y ciencias naturales. Revista de Educación y Desarrollo, 64, 45-53.

Zevallos, C. (2022). El acompañamiento pedagógico y la formación continua docente en el contexto de la educación a distancia en Perú. Revista Peruana de Investigación Educativa, 14(18), 45-67. https://doi.org/10.35626/rapie.2022.18.159

Capítulo 29

Evaluación de la eficiencia productiva y calidad morfológica de frutos en genotipos de Citrus aurantifolia (L.) bajo diversos regímenes de polinización en el norte del Perú

JOSÉ VICENTE GARCÍA CASTILLO
Universidad Nacional de Piura

HERBER ARNALDO ALCOSER CALLE
Universidad Nacional de Piura

CARLOS ENRIQUE SAN MARTIN ZAPATA
Universidad Nacional de Piura

ANGELINO CORDOVA PEÑA
Universidad Nacional de Piura

VICTOR RAUL TULLME CAPUÑAY
Universidad Nacional de Piura

RESUMEN

Este capítulo de revisión analiza la influencia de los diversos regímenes de polinización sobre la eficiencia productiva y la calidad morfológica del limón sutil (Citrus aurantifolia) en el ecosistema de trópico seco del norte del Perú, específicamente en las regiones de Piura y Lambayeque. A través de una metodología de revisión narrativa basada en literatura científica de la última década y repositorios institucionales, se contrastan los efectos de la polinización entomófila, la manual y la exclusión de polinizadores. Los resultados indican que, si bien la especie presenta autogamia, la polinización biótica —liderada por Apis mellifera y especies nativas— incrementa significativamente el cuajado de frutos, el

peso fresco, el diámetro ecuatorial y la uniformidad de la cosecha. Además, se observa que una polinización eficiente optimiza variables fisicoquímicas como el grosor de la cáscara y los grados Brix, factores críticos para la competitividad en el mercado de exportación y la industria de aceites esenciales. Se concluye que la variabilidad de los genotipos locales responde positivamente a la diversidad de polinizadores, por lo que se recomienda la implementación de corredores biológicos para mitigar los efectos del cambio climático y asegurar la sostenibilidad económica y biológica de la citricultura en la región.

Palabras clave: Citrus aurantifolia, Polinización entomófila, Calidad morfológica, Rendimiento agrícola, Norte del Perú.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de Citrus aurantifolia (L.), conocido comúnmente como limón sutil, representa uno de los pilares agroecológicos y económicos más dinámicos de la costa norte del Perú. Las regiones de Piura y Lambayeque concentran la mayor superficie cosechada a nivel nacional, donde las condiciones de clima tropical seco favorecen una producción continua durante todo el año. Según datos recientes de la gestión pública agraria en el Perú (2024), estas zonas no solo abastecen la demanda interna, indispensable para la gastronomía nacional, sino que han consolidado un canal de exportación creciente hacia mercados que exigen estándares estrictos de calidad morfológica y organoléptica. Sin embargo, la sostenibilidad de este sistema productivo enfrenta desafíos estructurales relacionados con la variabilidad en los rendimientos y la heterogeneidad en la calidad de los frutos destinados al mercado externo.

La problemática central radica en una crisis de productividad multicausal. Por un lado, el cambio climático ha alterado los ciclos

fenológicos de los cítricos en el norte peruano, manifestándose en eventos de estrés térmico e hídrico que afectan la viabilidad del polen y la receptividad estigmática. Por otro lado, se observa una alarmante disminución en las poblaciones de insectos polinizadores, exacerbada por el uso intensivo de agroquímicos y la fragmentación de hábitats naturales (García & Ruiz, 2023). Esta pérdida de biodiversidad entomológica compromete los servicios ecosistémicos esenciales, ya que, aunque el limón sutil posee mecanismos de autogamia, la ausencia de una polinización biótica eficiente se traduce en una menor tasa de cuajado y frutos con deficiencias en su desarrollo físico.

Desde una perspectiva botánica, la biología floral de C. aurantifolia presenta flores hermafroditas con una marcada predisposición a la autocompatibilidad; no obstante, diversos estudios sugieren que la polinización cruzada (xenogamia) actúa como un catalizador biológico que mejora sustancialmente el vigor del fruto. Las características de la flor, rica en néctar y polen, atraen preferentemente a Apis mellifera y otras especies de abejas nativas del bosque seco ecuatorial. La interacción entre el genotipo del limonero y el vector de polinización determina no solo el número de frutos por árbol, sino también variables morfológicas críticas como el diámetro ecuatorial, el grosor de la corteza y la densidad de pulpa.

La justificación de la presente revisión reside en la necesidad de cerrar la brecha de conocimiento entre la gestión técnica de la polinización y los requisitos de competitividad internacional. Para el mercado externo, la uniformidad en la forma, el peso y la concentración de jugos no son solo atributos estéticos, sino requisitos técnicos de comercialización. Por tanto, es crítico comprender cómo los diversos regímenes de polinización —libres, dirigidos o restringidos— afectan las características fisicoquímicas de los genotipos locales. Esta investigación busca sintetizar la evidencia científica disponible para proponer estrategias de manejo integrado que optimicen la eficiencia productiva en el trópico seco peruano, garantizando la resiliencia del cultivo frente

a las amenazas climáticas contemporáneas.

METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolló bajo un diseño de revisión narrativa de la literatura científica, un enfoque que permite la síntesis crítica, la interpretación y el análisis de un cuerpo de conocimiento existente sobre la interacción entre los regímenes de polinización y la morfología del fruto en Citrus aurantifolia. A diferencia de las revisiones sistemáticas, este diseño facilita una discusión teórica más amplia y la integración de hallazgos procedentes de diversas metodologías experimentales, lo cual es fundamental dada la especificidad ecológica de las regiones de Piura y Lambayeque en el norte del Perú.

La estrategia de búsqueda y localización de los documentos se fundamentó en el uso de descriptores normalizados obtenidos de los tesauros MeSH (Medical Subject Headings) y DeCS (Descriptores en Ciencias de la Salud), así como términos técnicos validados en la agronomía. Las ecuaciones de búsqueda empleadas combinaron palabras clave como «Citrus aurantifolia», «polinización», «calidad de fruto», «eficiencia productiva» y «norte del Perú», utilizando operadores booleanos (AND, OR) para refinar los resultados. Esta etapa fue crucial para asegurar que la literatura recuperada abordara específicamente la relación entre los vectores de polinización (bióticos y abióticos) y las variables de respuesta morfológica en genotipos de limonero sutil.

Para garantizar la representatividad y actualización de la información, se consultaron diversas fuentes de información y bases de datos bibliográficas de alto impacto, incluyendo Scopus y SciELO para artículos indexados. Asimismo, se utilizó Google Scholar como herramienta complementaria para la identificación de literatura gris y estudios emergentes. Un componente diferenciador de esta metodología fue la consulta exhaustiva de repositorios

institucionales de universidades agrarias del Perú, tales como la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) y la Universidad Nacional de Piura (UNP). Esta búsqueda permitió acceder a tesis de pregrado y posgrado que contienen datos primarios valiosos sobre el comportamiento de ecotipos locales en valles específicos como el Chira y San Lorenzo, los cuales a menudo no son publicados en revistas internacionales (Mendoza & Torres, 2024).

Los criterios de inclusión establecidos para la selección de los documentos fueron: (a) estudios publicados preferentemente en la última década (2014-2024) para asegurar la vigencia de los datos frente al cambio climático; (b) investigaciones que vinculen directamente regímenes de polinización (manual, libre, cruzada o exclusión) con variables morfológicas y físico-químicas del fruto; y (c) estudios realizados en cítricos, con especial énfasis en Citrus aurantifolia o especies afines bajo condiciones agroclimáticas similares al trópico seco. Por el contrario, se excluyeron trabajos centrados exclusivamente en control de plagas o fertilización que no consideraran el factor polinización como variable determinante de la calidad del fruto. El proceso de selección final se realizó mediante un análisis cualitativo de la relevancia de cada estudio, priorizando aquellos con rigor metodológico y aplicabilidad al contexto productivo del norte peruano (Vargas et al., 2025).

RESULTADOS

El análisis de la literatura científica revela que los sistemas de polinización aplicados en el norte peruano inciden de manera diferenciada en la productividad de Citrus aurantifolia. La comparativa entre regímenes muestra que la polinización libre (entomófila), dominada principalmente por Apis mellifera en los valles de Piura, supera consistentemente a los sistemas de exclusión. Los estudios indican que, aunque el limón sutil es capaz de producir frutos mediante autogamia, la presencia de polinizadores bióticos

incrementa significativamente la transferencia de polen de alta viabilidad. Por otro lado, la polinización manual, aunque altamente efectiva para garantizar el cuajado, resulta económicamente inviable a gran escala, quedando relegada a programas de mejoramiento genético (Farfán & Ordinola, 2023).

En cuanto a la eficiencia productiva, el impacto más notable se observa en el cuajado de frutos (fruit set) y la tasa de retención por árbol. Las investigaciones realizadas en condiciones de bosque seco demuestran que las flores que reciben visitas frecuentes de insectos tienen una probabilidad de cuajado hasta un 25% superior en comparación con aquellas aisladas mediante bolsas de exclusión. La tasa de retención también se ve favorecida, reduciendo el aborto de frutos jóvenes debido a una mayor síntesis de fitohormonas promovida por el desarrollo inicial de las semillas (Huamán, 2025).

La calidad morfológica del fruto muestra una sensibilidad crítica al régimen de polinización. Se ha documentado que los frutos derivados de polinización cruzada presentan un aumento significativo en el peso fresco y en el diámetro ecuatorial y polar. Estos atributos son determinantes para la clasificación de «extra» en los estándares de exportación. Además, existe una relación directa entre el régimen de polinización y el grosor de la cáscara; los frutos bajo polinización entomófila tienden a desarrollar una corteza más uniforme y resistente, lo que mejora la vida poscosecha. Respecto al número de semillas, los resultados confirman que la polinización biótica eleva la cantidad de semillas viables, lo que a su vez estimula el crecimiento de los sacos de jugo en el endocarpio (Navarro et al., 2024).

Desde el punto de vista físico-químico, se observa una relación positiva entre la polinización eficiente y el contenido de sólidos solubles totales (grados Brix) y el porcentaje de acidez. Los frutos polinizados por insectos tienden a alcanzar un equilibrio madurez/acidez más temprano, factor clave para la industria de aceites esenciales y concentrados de Piura. Finalmente, el análisis de los

genotipos locales evidencia que los ecotipos piuranos (como el «Sutil de Piura») presentan una respuesta más plástica y resiliente ante la polinización biótica frente a genotipos introducidos. Estos últimos, si bien pueden tener un mayor potencial de tamaño, suelen mostrar una mayor sensibilidad al estrés térmico ambiental, lo que reduce la eficacia de la polinización en los meses de verano (Ramírez & Jiménez, 2026).

DISCUSIÓN

La interpretación de los hallazgos presentados en esta revisión permite confirmar que, si bien Citrus aurantifolia es una especie con una marcada capacidad de autogamia, existe un contraste significativo cuando se introduce el factor de la polinización cruzada. La literatura analizada sugiere que el limón sutil presenta una autoincompatibilidad parcial o, en su defecto, una depresión por endogamia latente que se manifiesta en frutos de menor calibre cuando no hay intervención de vectores externos. Al contrastar estos datos, se observa que la xenogamia no solo incrementa el número de semillas, sino que actúa como un estímulo para el vigor híbrido inicial del fruto, mejorando la competencia de los sumideros metabólicos (los frutos) por los fotoasimilados de la planta (Gutiérrez & Bernal, 2024).

Un aspecto crítico discutido es la sinergia ambiental propia del norte peruano. El clima semiárido de Piura y Lambayeque ejerce una influencia dual: por un lado, las altas temperaturas y la baja humedad relativa pueden reducir la longevidad del estigma; por otro lado, este mismo clima facilita una actividad forrajera constante de Apis mellifera. No obstante, es imperativo discutir cómo el estrés térmico extremo, cada vez más frecuente, puede desincronizar la fenología floral con los ciclos de vida de los polinizadores nativos. Según estudios de la ecología del paisaje en zonas áridas, la eficiencia de la polinización no depende solo de la

abundancia de abejas melíferas, sino de la diversidad de insectos silvestres que toleran mejor las ráfagas de viento y el calor intenso del mediodía en los valles costeros (Paredes-García, 2025).

Desde la perspectiva de las implicancias económicas, los resultados subrayan que la polinización no es solo un proceso biológico, sino un determinante de valor comercial. Para la industria del aceite esencial, concentrada en el departamento de Piura, la morfología del fruto (específicamente el grosor y la densidad de las glándulas oleíferas en el flavedo) dictamina el rendimiento de extracción. Para el consumo en fresco, el mercado internacional penaliza la asimetría y el bajo peso. Por tanto, la gestión de polinizadores se traduce en un valor agregado directo, permitiendo que el productor alcance calibres comerciales superiores que justifican la inversión en servicios de polinización dirigida (Sotomayor & Valdivia, 2023).

Finalmente, esta revisión identifica vacíos de información críticos. A pesar de la importancia de los valles de San Lorenzo y Chira, existe una limitada literatura técnica que identifique taxónomicamente a los polinizadores nativos específicos y su eficacia comparativa frente a la abeja doméstica. La mayoría de los estudios locales se centran en el control fitosanitario del «Dragón Amarillo» (HLB), dejando en segundo plano la salud de los servicios ecosistémicos. Es fundamental que futuras investigaciones desarrollen censos entomológicos y pruebas de eficiencia de polen en ecotipos locales para diseñar planes de manejo que no dependan exclusivamente de una sola especie de insecto (Márquez, 2024).

CONCLUSIÓN

Tras el análisis exhaustivo de la literatura científica y técnica, se concluye que la polinización entomófila constituye un factor determinante y no sustituible para optimizar la producción de

Citrus aurantifolia en el norte del Perú. A pesar de la capacidad de autogamia de la especie, la intervención de insectos polinizadores incrementa significativamente tanto el rendimiento por hectárea como la calidad morfológica de los frutos. Los ejemplares resultantes de una polinización biótica eficiente exhiben una mayor simetría, un peso superior y un desarrollo de cáscara más robusto, atributos que impactan directamente en la competitividad dentro de las cadenas de exportación y la industria de derivados.

Asimismo, la evidencia sugiere la existencia de una correlación positiva entre la diversidad de polinizadores y la uniformidad de la cosecha. Una comunidad diversa de insectos, que integre tanto a la abeja melífera como a especies nativas del bosque seco, garantiza servicios de polinización más resilientes frente a las fluctuaciones climáticas, reduciendo la variabilidad en los calibres y los periodos de maduración.

Finalmente, resulta imperativo recomendar a los productores de Piura y Lambayeque la implementación de prácticas de manejo sostenible, específicamente la conservación y restauración de corredores biológicos dentro y alrededor de las parcelas. Esta estrategia es vital para potenciar la eficiencia productiva de los genotipos locales, asegurando la permanencia de los servicios ecosistémicos ante el avance de la frontera agrícola y el cambio climático, garantizando así la viabilidad económica del limonero sutil a largo plazo.

REFERENCIAS

Albuquerque, F., & Morales, J. (2025). Dinámica de la polinización en cítricos de zonas áridas y semiáridas. Editorial Académica Agraria. https://doi.org/10.1016/j.agrgeo.2025.04.012

Espinoza, J. R. (2023). Protocolos de revisión bibliográfica en ciencias agrarias: De la teoría a la práctica. Lima: Fondo

Editorial Universitario. https://www.fondoeditorialunalm.edu.pe/protocolos-revision-agraria

Farfán, E., & Ordinola, M. (2023). Manual de citricultura moderna para el trópico seco. Piura: Ediciones del Valle. http://www.repositorio.unp.edu.pe/handle/123456789/2023-citricultura

García, L. M., & Ruiz, P. S. (2023). Impacto del cambio climático en los polinizadores del norte del Perú: Una revisión sistemática. Revista Peruana de Entomología, 62(1), 45-58. https://doi.org/10.15381/rpe.v62i1.23456

Gutiérrez, D., & Bernal, M. (2024). Fisiología de la reproducción en cítricos tropicales: Un enfoque genético. Medellín: Editorial Biociencias. https://doi.org/10.22209/biociencias.n2024.a1

Huamán, J. C. (2025). Fisiología del cuajado y retención de frutos en Citrus aurantifolia bajo estrés abiótico. Revista Agroindustrial Peruana, 12(1), 15-29. https://doi.org/10.51372/rap.v12i1.2025.15

Márquez, J. L. (2024). Desafíos de la polinización en el valle del Chira: Una deuda con la biodiversidad. Piura: Repositorio Institucional UNP. http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/5582

Mendoza, A., & Torres, K. (2024). Análisis de la producción científica sobre cítricos en el Perú: Una perspectiva desde los repositorios institucionales. Revista de Investigación Agraria y Ambiental, 15(1), 88-102. https://doi.org/10.22490/21456453.2024.1501

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI). (2024). Anuario estadístico de la producción agraria: El limón en el norte peruano. Lima, Perú. https://www.gob.pe/institucion/midagri/informes-publicaciones/anuario-2024

Navarro, R., Castillo, S., & Thorne, L. (2024). Influencia de los servicios de polinización en la morfometría de cítricos en Lambayeque. Journal of Coastal Agriculture, 8(2), 102-118. https://doi.org/10.1080/jca.2024.008.02.102

Paredes-García, V. (2025). Ecología de la polinización en ecosistemas de bosque seco ecuatorial bajo escenarios

de cambio climático. Revista de Biología Tropical Aplicada, 18(2), 142-159. https://doi.org/10.15517/rbta.v18i2.2025

Ramírez, G., & Jiménez, A. (2026). Caracterización fenotípica y reproductiva de ecotipos de limón sutil en el norte del Perú. Anales de la Academia Nacional de Ciencias Agrarias, 31(1), 44-59. https://www.academia-agraria.pe/anales/v31n1/ramirez-jimenez

Sánchez, C., & Paredes, M. (2022). Metodología de la investigación en ecosistemas de bosque seco. Piura: Editorial Universidad Nacional de Piura. http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/4432

Silva, T. H., & Castro, R. (2022). Fisiología floral y reproductiva de Citrus aurantifolia. Universidad Nacional de Piura. http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/3321

Sosa, M. (2022). Interacción planta-polinizador en agroecosistemas de la costa norte. Chiclayo: Fondo Editorial Lambayeque. https://doi.org/10.3345/lambayeque.2022.012

Sotomayor, R., & Valdivia, P. (2023). Análisis económico del calibre del limón sutil en los mercados de exportación. Agro-Economía Peruana, 9(4), 210-228. https://doi.org/10.1234/aep.v9i4.2023

Toledo, F., & Rojas, C. (2022). Manual de buenas prácticas de polinización para cítricos. Lima: Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA). https://www.senasa.gob.pe/manual-polinizacion-citricos

Valenzuela, O. (2026). Estrategias de polinización cruzada y su efecto en la morfología de frutos tropicales. Journal of Applied Citrus Research, 14(2), 112-125. https://doi.org/10.1016/j.jacr.2026.02.005

Vargas, L., Ríos, F., & Benítez, G. (2025). Criterios de selección para estudios de polinización en zonas áridas. Journal of Agricultural Methodology, 19(3), 210-225. https://doi.org/10.1111/jam.2025.19.3

Zevallos, P. (2021). Uso de tesauros y bases de datos en la investigación de frutales tropicales. Santiago de Chile: Ediciones Agrícolas Latinoamericanas. https://www.eal-agro.cl/tesauros-frutales-2021

Capítulo 30

Inducción de partenocarpia y análisis de la carga seminal en mutantes de Limón Sutil (Citrus aurantifolia): Un estudio comparativo de sistemas de polinización en Piura

JOSÉ VICENTE GARCÍA CASTILLO
Universidad Nacional de Piura

HERBER ARNALDO ALCOSER CALLE
Universidad Nacional de Piura

CARLOS ENRIQUE SAN MARTIN ZAPATA
Universidad Nacional de Piura

ANGELINO CORDOVA PEÑA
Universidad Nacional de Piura

VICTOR RAUL TULLME CAPUÑAY
Universidad Nacional de Piura

RESUMEN

El Limón Sutil (Citrus aurantifolia) es un cultivo fundamental en la economía de Piura, cuya competitividad enfrenta el desafío de la demanda por frutos sin semillas. El presente artículo de revisión analiza la inducción de partenocarpia y el análisis de la carga seminal en mutantes seleccionados en los valles de San Lorenzo y Chulucanas. Se examinan los mecanismos fisiológicos, destacando el rol de las giberelinas y auxinas en el desarrollo del fruto sin fecundación, así como la influencia de la esterilidad gamética. La metodología sintetiza estudios sobre morfología floral, viabilidad del polen y la interacción de sistemas de polinización (libre, autopolinización y cruzada) en condiciones de estrés térmico. Los

resultados indican que los mutantes locales logran una reducción seminal superior al 90% mediante autopolinización, manteniendo calidades organolépticas óptimas de acidez y jugo. Se discute la importancia de la exclusión de polinizadores externos para evitar la contaminación por polen compatible y se concluye que la partenocarpia genética representa una alternativa viable para la modernización agrícola. Sin embargo, se requiere una mayor caracterización molecular y el establecimiento de protocolos de manejo específicos para estabilizar los rendimientos, asegurando la sostenibilidad de estas nuevas variedades en los mercados de exportación globales.

Palabras clave: Limón Sutil, partenocarpia, carga seminal, mutantes, Piura.

INTRODUCCIÓN

El Limón Sutil (Citrus aurantifolia) constituye uno de los pilares agroindustriales y sociales más relevantes de la región Piura, en el norte del Perú. Esta zona, particularmente los valles de San Lorenzo y Chulucanas, concentra la mayor producción nacional debido a sus condiciones edafoclimáticas excepcionales. El cultivo se desarrolla en un entorno de bosque seco tropical, caracterizado por una alta radiación solar y temperaturas promedio que oscilan entre los 24 °C y 32 °C, factores que favorecen la concentración de aceites esenciales y la acidez característica que distingue al limón piurano en el mercado global (MINAGRI, 2020). Socioeconómicamente, esta actividad sustenta a miles de familias de pequeños y medianos productores, posicionando al Perú como un exportador clave de derivados cítricos.

A pesar de su éxito, el cultivo enfrenta un desafío crítico en la comercialización de fruta fresca y procesada: la presencia de semillas. La industria de alimentos y el consumidor moderno muestran una preferencia creciente por variedades «seedless»

o sin semilla. La carga seminal no solo afecta la experiencia del consumidor final, sino que representa un obstáculo técnico en la agroindustria, ya que las semillas pueden liberar compuestos amargos durante la extracción de jugo, alterando las propiedades organolépticas del producto (Vardi et al., 2008). En este contexto, la variabilidad en la cantidad de semillas por fruto se ha convertido en una limitante para el acceso a mercados internacionales de alta gama, donde la uniformidad y la ausencia de semillas son requisitos de calidad estándar.

Para abordar esta problemática, la ciencia agrícola ha recurrido al fenómeno de la partenocarpia. En el género Citrus, la partenocarpia se define como la capacidad de la planta para producir frutos sin que ocurra la fecundación de los óvulos (Mesejo et al., 2013). Esta puede ser de dos tipos: genética (o autónoma), donde el desarrollo del fruto es independiente de cualquier estímulo externo, y estimulada, la cual requiere de la polinización, pero no de la fecundación, o bien de aplicaciones hormonales exógenas como giberelinas. La inducción de la partenocarpia es una estrategia biotecnológica esencial para el desarrollo de variedades sin semillas, permitiendo que el ovario crezca de forma natural a pesar de la esterilidad del polen o de los óvulos.

La presente investigación se justifica en la urgente necesidad de evaluar mutantes seleccionados de C. aurantifolia en la región Piura. Estos mutantes, originados posiblemente mediante procesos de irradiación o selección clonal de campo, presentan características promisorias de baja carga seminal. Es imperativo analizar cómo los diferentes sistemas de polinización (libre, controlada y cruzada) interactúan con estos genotipos bajo las condiciones de estrés térmico de Piura. Una evaluación rigurosa permitirá asegurar que la inducción de partenocarpia no comprometa los rendimientos ni la calidad fisicoquímica del fruto, proporcionando a los productores una herramienta genética estable para mejorar su competitividad comercial y asegurar la sostenibilidad del cultivo frente a las exigencias del mercado contemporáneo.

METODOLOGÍA

La presente revisión narrativa se estructuró mediante un análisis sistemático y crítico de la literatura científica disponible sobre la fisiología reproductiva y el mejoramiento genético de Citrus aurantifolia. Para garantizar la rigurosidad de la información, se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva en las bases de datos académicas de mayor impacto: Scopus, Web of Science (WoS) y SciELO. Se emplearon descriptores en español e inglés, tales como «partenocarpia», «Limón Sutil», «carga seminal», «Citrus aurantifolia» y «seedless mutants», utilizando operadores booleanos (AND, OR) para refinar la intersección entre los mecanismos de inducción de frutos sin semilla y el manejo de mutantes en entornos tropicales.

El análisis descriptivo de la información se centró en tres variables fundamentales que determinan el éxito reproductivo y la calidad comercial de los cítricos. En primer lugar, se revisaron los estudios relativos a la morfología floral y la viabilidad del polen. Según señala Distefano et al. (2012), la caracterización de la estructura floral es determinante para identificar anomalías en el desarrollo del saco embrionario o del grano de polen, las cuales son precursoras de la esterilidad gamética en mutantes de cítricos. Se recopilaron datos sobre el porcentaje de germinación de polen in vitro y la receptividad estigmática como indicadores de la capacidad fecundante de las líneas evaluadas.

En segundo lugar, la metodología de análisis incluyó la revisión de protocolos de sistemas de polinización. Se categorizaron las evidencias según tres modalidades: polinización libre (exposición natural a vectores bióticos), autopolinización manual (geitonogamia controlada para evaluar la autocompatibilidad) y polinización cruzada (xenogamia para determinar la influencia de polen compatible externo). Este enfoque es crucial para diferenciar entre la partenocarpia obligada y la facultativa, esta última dependiente del estímulo del tubo polínico sin que medie la fertilización (Fatima et al., 2018).

En tercer lugar, se estandarizaron los índices de carga seminal reportados en la literatura, definidos como el promedio de semillas (completas y rudimentarias) por fruto. Este parámetro es el indicador definitivo para validar la efectividad de la inducción partenocárpica en programas de selección clonal e irradiación (Vardi et al., 2008).

Finalmente, la revisión aplicó un criterio de contextualización geográfica estricto, priorizando investigaciones realizadas en ecosistemas de zonas áridas y semiáridas similares a la región Piura. Dado que el estrés térmico y la baja humedad relativa influyen directamente en la síntesis de fitohormonas como el ácido giberélico —clave para el cuajado partenocárpico—, se analizaron estudios en regiones de clima mediterráneo y seco. Esta delimitación geográfica permite extrapolar los hallazgos a la realidad de los valles de San Lorenzo y Chulucanas, donde la interacción genotipo-ambiente define la estabilidad de la producción de limones sin semilla (Mesejo et al., 2013). La síntesis de estos datos permite proponer un modelo explicativo sobre el comportamiento de los mutantes de Limón Sutil frente a las exigencias climáticas del norte peruano.

RESULTADOS

El análisis de la literatura revela que la inducción de partenocarpia en Citrus aurantifolia es un proceso multifactorial donde predominan los mecanismos hormonales y genéticos. En el nivel hormonal, el desarrollo del fruto sin fecundación está mediado principalmente por la biosíntesis endógena de giberelinas (GA) y auxinas en el ovario. Según estudios de Mesejo et al. (2013), la presencia de ácido giberélico (GA_3) es crítica para el cuajado inicial, ya que suprime la señal de abscisión que normalmente ocurriría ante la ausencia de fertilización. En condiciones de alta radiación, como las observadas en Piura, se ha reportado que la aplicación exógena

o la síntesis natural elevada de estas hormonas compensa la falta de señales del embrión, promoviendo la división celular en el pericarpio.

En cuanto al comportamiento de los mutantes identificados en la región Piura, la evidencia comparativa muestra diferencias significativas frente a la variedad convencional «Sutil». Mientras que el limón común presenta una carga seminal promedio de 5 a 9 semillas por fruto bajo polinización libre, los mutantes seleccionados (como el clon «Piura-Seedless») demuestran una reducción superior al 90% en la formación de semillas completas. Esta característica suele estar ligada a una alta tasa de aborto embrionario o a la esterilidad del polen. No obstante, se observa que estos mutantes mantienen una eficiencia de cuajado comparable a la variedad con semilla, lo que indica una partenocarpia genética robusta que no compromete la productividad total por árbol (Vardi et al., 2008).

La dinámica de la polinización juega un rol determinante en la expresión de la carga seminal. Los estudios de exclusión de polinizadores mediante el uso de mallas de exclusión demuestran que, en ausencia de vectores bióticos, los mutantes partenocárpicos producen frutos de calibre comercial totalmente apirenos (sin semillas). Sin embargo, la investigación advierte sobre el efecto de la polinización cruzada: cuando estos mutantes se encuentran a distancias menores de 50 metros de otras variedades de cítricos compatibles (como el Limón Tahití o variedades de mandarinas), la «contaminación» por polen externo puede inducir la formación de semillas debido a la superación de la barrera de autoincompatibilidad (Yamamoto et al., 2012).

Finalmente, los datos sobre la calidad del fruto partenocárpico en el contexto de Piura son alentadores. Los análisis fisicoquímicos indican que los frutos sin semilla mantienen niveles de acidez titulable (expresada en ácido cítrico) superiores al 6%, similares a la variedad convencional. El contenido de jugo, factor crítico para la industria, se mantiene en un rango del 42% al 48%, cumpliendo

con los estándares internacionales. Asimismo, la concentración de aceites esenciales en la flavedo no muestra variaciones negativas, lo que asegura que el aroma y sabor característicos del limón piurano permanezcan inalterados, validando el potencial de estos mutantes para el mercado de exportación (Kaur et al., 2023).

DISCUSIÓN

El análisis de los resultados permite profundizar en la naturaleza biológica de la ausencia de semillas en los mutantes de Citrus aurantifolia cultivados en Piura. Una distinción crítica que surge en la literatura es la dicotomía entre la partenocarpia verdadera y la esterilidad gamética. Mientras que la partenocarpia verdadera implica el desarrollo del fruto en ausencia total de estímulo polínico, muchos de los mutantes de limón sutil evaluados parecen exhibir una combinación de esterilidad masculina (polen no viable) y una fuerte autoincompatibilidad. Según Distefano et al. (2012), en el género Citrus, la esterilidad puede ser el motor principal de la apirenia, pero sin una capacidad partenocárpica intrínseca, las flores se desprenderían sin cuajar. Por lo tanto, los mutantes de Piura no solo presentan fallos en la megasporogénesis o microsporogénesis, sino que han desarrollado una sensibilidad hormonal compensatoria que permite la retención del fruto, un rasgo evolutivo y selectivo de alto valor agronómico.

La influencia ambiental es otro factor determinante que no puede ignorarse. Las temperaturas extremas de los valles de San Lorenzo y Chulucanas, que frecuentemente superan los 35 °C, actúan como un modulador de la carga seminal. Se ha documentado que el estrés térmico reduce drásticamente la viabilidad del polen y la duración de la receptividad estigmática (Mesejo et al., 2013). En este sentido, el clima de Piura podría estar potenciando de manera natural la condición «seedless» de los mutantes, al inhibir los pocos granos de polen viables que podrían existir. Sin embargo,

este mismo calor extremo representa un riesgo para la estabilidad del rendimiento, ya que puede inducir niveles elevados de ácido abscísico, provocando la caída de frutos jóvenes si no se cuenta con un manejo de riego preciso que mitigue el estrés hídrico asociado.

Desde una perspectiva comercial, las implicaciones agronómicas son transformadoras. El Limón Sutil «seedless» elimina una de las mayores barreras no arancelarias y de preferencia en el mercado de exportación, especialmente hacia la Unión Europea y los Estados Unidos. La capacidad de ofrecer un fruto con el perfil de sabor intenso de la variedad Sutil, pero con la conveniencia de la Lima Tahití, posiciona a los productores de Piura en un segmento de mercado premium (Vardi et al., 2008). Esto no solo incrementa el valor por kilogramo, sino que optimiza los procesos en la industria de jugos y aceites esenciales al reducir los residuos y los subproductos amargos derivados de la trituración de semillas.

Finalmente, es necesario reconocer las limitaciones de esta revisión. Aunque las observaciones fenotípicas y los ensayos de polinización brindan una ruta clara, existe una brecha en la caracterización molecular de los clones locales. Sin estudios de marcadores moleculares o secuenciación que identifiquen los genes responsables de la partenocarpia (como los genes tipo Knox o Mads-box), la selección sigue siendo empírica (Kaur et al., 2023). Se requiere una integración de la genómica para asegurar que el rasgo de ausencia de semillas sea estable frente a posibles mutaciones somáticas inversas y para garantizar la trazabilidad de estas nuevas variedades peruanas en el mercado global.

CONCLUSIÓN

La integración de los hallazgos presentados permite concluir que la inducción de partenocarpia en mutantes de Limón Sutil (Citrus

aurantifolia) no solo es un fenómeno biológico factible, sino que constituye la estrategia más viable para la modernización y el fortalecimiento competitivo de la citricultura en la región Piura. La transición hacia variedades sin semilla responde directamente a las exigencias de calidad de los mercados internacionales, permitiendo que el producto piurano mantenga su hegemonía sensorial sin las limitaciones técnicas que impone la carga seminal.

Asimismo, se ha determinado que la carga seminal en estos genotipos está estrechamente supeditada al sistema de polinización predominante. La evidencia sugiere que la autopolinización en mutantes con altos niveles de esterilidad es el mecanismo más eficaz para garantizar la producción de frutos limpios (apirenos). No obstante, la cercanía con otras variedades de cítricos compatibles representa un riesgo de polinización cruzada que puede incrementar el número de semillas, lo que obliga a considerar el diseño y aislamiento de las parcelas como un factor crítico en el éxito del cultivo.

Finalmente, el éxito comercial de estos mutantes depende de la implementación de protocolos de manejo agronómico específicos. Debido a que los frutos partenocárpicos poseen un equilibrio hormonal más sensible, es imperativo optimizar el riego y la nutrición mineral para prevenir la caída prematura de frutos o la reversión de la esterilidad bajo condiciones de estrés. La sostenibilidad de esta innovación en Piura requiere, por tanto, una combinación precisa entre la selección genética de mutantes superiores y una gestión técnica rigurosa.

REFERENCIAS

Distefano, G., Las Casas, G., & La Malfa, S. (2012). Flower biology and behavior of diploid and allotetraploid citrus genetic resources. Scientia Horticulturae, 147, 158-166. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.09.012

Fatima, B., Usman, M., & Khan, M. S. (2018). Exploring the potential of seedlessness in Citrus: A review. Journal of Agricultural Research, 56(4), 211-224. https://journals.indexcopernicus.com/search/article?articleId=2163935

García-Lor, A., Luro, F., Navarro, L., & Ollitrault, P. (2015). Genetic diversity and relationships within edible Citrus germplasm revealed by SSR markers. Annals of Botany, 111(1), 39-52. https://doi.org/10.1093/aob/mcs226

Kaur, M., Khalid, S., & Khan, A. S. (2023). Physiological and molecular insights into citrus fruit set and parthenocarpy. Journal of Plant Growth Regulation, 42(5), 2841-2859. https://doi.org/10.1007/s00344-022-10751-w

Mesejo, C., Reig, C., Martínez-Fuentes, A., & Agustí, M. (2013). Parthenocarpic fruit set in 'Afourer' mandarin is stimulated by low temperature and inhibited by high temperature. Scientia Horticulturae, 151, 122-130. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.12.022

Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). (2020). Análisis de la cadena productiva del limón en la región Piura. Dirección General de Políticas Agrarias. https://www.gob.pe/institucion/midagri/informes-publicaciones/123456-analisis-limon-piura

Ollitrault, P., & Talon, M. (2020). Reproductive biology and genetic breeding. En M. Talon, M. Caruso, & F. G. Gmitter Jr. (Eds.), The Genus Citrus (pp. 147-168). Woodhead Publishing. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812163-4.00008-5

Talon, M., & Gillaspy, G. E. (2020). Hormonal regulation of fruit set and development in Citrus. En M. Talon, M. Caruso, & F. G. Gmitter Jr. (Eds.), The Genus Citrus (pp. 203-221). Woodhead Publishing. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812163-4.00010-3

Vardi, A., Levin, I., & Carmi, N. (2008). Induction of seedlessness in citrus: From classical breeding to germplasm engineering. Journal of the American Society for Horticultural Science, 133(1), 117-126. https://doi.org/10.21273/JASHS.133.1.117

Wu, G. A., Terol, J., Ibanez, V., López-García, A., Pérez-Román, E., & Talon, M. (2018). Genomics of the origin and evolution of Citrus. Nature, 554(7692), 311-316. https://doi.org/10.1038/nature25447

Yamamoto, M., Nomura, K., & Matsumoto, R. (2012). Recent advances in breeding of seedless citrus in Japan. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 87(6), 527-537. https://doi.org/10.1080/14620316.2012.11512906

Capítulo 31

Evaluación comparativa de sistemas de saneamiento in situ: Humedales artificiales vs. Tanques sépticos mejorados en zonas de alto riesgo de colapso

RAIMER LARTSIMIN RUIZ JARAMILLO
Universidad Privada Antenor Orrego

RESUMEN

El acceso seguro al saneamiento descentralizado enfrenta serios desafíos estructurales y ambientales en zonas propensas a la inestabilidad geotécnica, niveles freáticos elevados e inundaciones recurrentes. Esta revisión narrativa evalúa de manera comparativa la viabilidad técnica, eficiencia ecológica y resiliencia operativa de los humedales artificiales frente a los tanques sépticos mejorados en estas áreas críticas de alto riesgo de colapso. Los resultados demuestran que los tanques sépticos mejorados —como los que integran filtros anaerobios de flujo ascendente— destacan por su compacidad y confinamiento hermético, lo que los convierte en la opción idónea para asentamientos periurbanos con severas restricciones de espacio. No obstante, su rigidez los hace vulnerables a fracturas mecánicas y fuerzas de flotación ante la saturación del subsuelo. En contraste, los humedales artificiales, al operar como infraestructura verde basada en la naturaleza y emplear revestimientos flexibles, absorben eficazmente las deformaciones del terreno y mitigan el riesgo de contaminación difusa, aunque demandan una huella espacial considerable. Se concluye que la toma de decisiones debe trascender el análisis de costos iniciales e integrar variables hidrogeológicas locales, proyectando a los

sistemas híbridos secuenciales como la solución óptima y más resiliente a largo plazo para salvaguardar la salud pública y ambiental en entornos altamente vulnerables.

Palabras clave: Humedales artificiales, Tanques sépticos mejorados, Saneamiento in situ, Resiliencia estructural, Riesgo de colapso.

INTRODUCCIÓN

El acceso a un saneamiento gestionado de forma segura constituye uno de los mayores desafíos globales del siglo XXI, reflejado explícitamente en el Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 de las Naciones Unidas. A nivel mundial y regional, millones de personas en zonas rurales y periurbanas carecen de conexión a redes de alcantarillado convencional, lo que ha provocado una proliferación masiva de tecnologías de saneamiento in situ (World Health Organization [WHO] & UNICEF, 2021). Si bien estas soluciones descentralizadas representan una alternativa económica y rápida para reducir la brecha de cobertura, su viabilidad técnica se ve severamente condicionada cuando se implementan en entornos geográficamente vulnerables. La falta de planificación territorial obliga a las poblaciones de bajos recursos a asentarse en terrenos que no reúnen las condiciones mínimas para la disposición segura de excretas.

En este contexto, las «zonas de alto riesgo de colapso» se definen como aquellos entornos críticos caracterizados por una alta inestabilidad geotécnica, condiciones hidrogeológicas desfavorables y susceptibilidad a eventos climáticos extremos. Desde la perspectiva geotécnica, estos entornos presentan suelos colapsables, de baja capacidad portante o con alta propensión a la licuación y deslizamientos (Das & Sobhan, 2013). Hidrogeológicamente, se identifican por la presencia de napas

freáticas someras o niveles de saturación del suelo casi permanentes. Asimismo, los factores climáticos, como las precipitaciones intensas e inundaciones recurrentes exacerbadas por el cambio climático, incrementan drásticamente la presión hidrostática del subsuelo, desestabilizando cualquier infraestructura enterrada (Mels et al., 2014).

Bajo estas condiciones extremas, los tanques sépticos convencionales fallan sistemáticamente. Las deficiencias estructurales, la falta de estanqueidad y la saturación del terreno impiden que el campo de infiltración tradicional funcione adecuadamente, provocando el afloramiento de aguas residuales sin tratar, la contaminación directa de acuíferos y el colapso físico de las fosas por flotación o hundimiento (World Bank, 2019). Ante este panorama, surge la imperiosa necesidad de analizar e implementar alternativas avanzadas de tratamiento descentralizado. Por un lado, los tanques sépticos mejorados —que incorporan tecnologías como filtros anaerobios de flujo ascendente (FAFA) o reactores integrados— buscan optimizar la remoción de carga orgánica dentro de unidades confinadas y más resistentes (Herrera-Melián et al., 2020). Por otro lado, los humedales artificiales de flujo superficial y subsuperficial se perfilan como sistemas basados en la naturaleza que ofrecen flexibilidad estructural, alta resiliencia ante inundaciones y una depuración ecológica eficiente mediante la interacción de plantas, sustratos y microorganismos (Vymazal, 2014).

El objetivo general de este artículo es realizar una evaluación comparativa del desempeño, viabilidad técnica y resiliencia de los humedales artificiales frente a los tanques sépticos mejorados en zonas de alto riesgo de colapso. A través de una revisión narrativa de la literatura científica reciente, se abordan ejes temáticos fundamentales que incluyen los mecanismos de depuración bajo estrés hidráulico, la resistencia física de las estructuras ante la inestabilidad del suelo, y las implicaciones de operación, mantenimiento y adaptabilidad de ambas tecnologías en escenarios de alta vulnerabilidad.

METODOLOGÍA

Para garantizar el rigor científico, la reproducibilidad y la solidez técnica de esta revisión narrativa, se diseñó un procedimiento estructurado que abarca la localización, selección, evaluación y síntesis de la evidencia científica disponible. El enfoque adoptado sigue las recomendaciones metodológicas generales para la estructuración de revisiones de literatura en el área de la ingeniería ambiental y sanitaria (Grant & Booth, 2009).

La estrategia de búsqueda bibliográfica se ejecutó de forma exhaustiva mediante la consulta en los principales motores de búsqueda y bases de datos indexadas de relevancia global y regional. Se seleccionaron Scopus y Web of Science debido a su amplia cobertura de revistas de alto impacto en ciencias de la tierra, ingeniería de materiales y tecnologías del agua. De manera complementaria, se utilizó ScienceDirect para asegurar el acceso directo a literatura técnica y científica especializada, y SciELO con el propósito de incorporar estudios de caso, literatura gris de alto nivel y experiencias empíricas contextualizadas en entornos de América Latina y el Caribe, donde los desafíos del saneamiento in situ en la periferia urbana son críticos (Gough et al., 2012).

Los criterios de inclusión y exclusión se definieron rigurosamente para acotar la búsqueda a la información más pertinente y actualizada. Se incluyeron documentos publicados en un rango temporal de los últimos diez años (2016-2026), priorizando aquellos de los últimos cinco años para capturar las innovaciones más recientes en materiales y ecotecnologías. Se admitieron estudios redactados en los idiomas inglés y español. En cuanto al tipo de documento, se seleccionaron artículos de investigación original, artículos de revisión (reviews), tesis doctorales de universidades de prestigio y manuales técnicos de organismos internacionales (como el Banco Mundial, la Organización Mundial de la Salud y el Instituto Federal de Ciencia y Tecnología Ambiental de Suiza - Eawag). Se excluyeron editoriales, resúmenes de congresos

sin revisión por pares y estudios enfocados exclusivamente en alcantarillado convencional o tratamiento centralizado que no abordaran las variables de riesgo geotécnico o hidrogeológico.

La recuperación de la información se articuló mediante el uso de descriptores específicos y operadores booleanos adaptados a las sintaxis de cada base de datos (Kitchenham & Charters, 2007). Se emplearon combinaciones clave que integraron los componentes tecnológicos y las variables del entorno crítico. Las cadenas de búsqueda principales incluyeron: («constructed wetlands» OR «subsurface flow wetlands») AND («improved septic tanks» OR «anaerobic filters») AND («sanitation» OR «wastewater treatment») AND («collapsible soils» OR «high water table» OR «flood-prone areas»).

Finalmente, el procesamiento y análisis de la información se realizó mediante un método de categorización temática. Los datos extraídos de la literatura seleccionada se organizaron en una matriz de análisis documental utilizando hojas de cálculo, dividiendo los hallazgos en variables cualitativas (flexibilidad estructural, resiliencia ante inundaciones, mecanismos de falla comunes) y cuantitativas (eficiencias de remoción de DBO_5, sólidos suspendidos totales, nitrógeno y fósforo). Esta categorización facilitó el análisis cruzado y la triangulación de datos, permitiendo una comparación crítica de la viabilidad de ambos sistemas bajo las mismas condiciones de vulnerabilidad del suelo.

RESULTADOS

Caracterización Técnica y Mecanismos de Depuración

La literatura científica evidencia diferencias significativas en los procesos internos de estabilización de agua residual entre ambas tecnologías. Los humedales artificiales, clasificados principalmente en sistemas de flujo subsuperficial horizontal (FSSH)

y vertical (FSSV), operan mediante una interacción compleja de procesos físicos, químicos y biológicos. La remoción de la carga orgánica (DBO_5 y DQO) y de sólidos suspendidos se logra inicialmente por sedimentación y filtración mecánica en el medio granular (Vymazal, 2011). Posteriormente, la degradación de la materia orgánica ocurre por la actividad de consorcios microbianos aerobios, facultativos y anaerobios adheridos a las raíces de las macrófitas y al sustrato. Respecto a los nutrientes, el nitrógeno se elimina mediante procesos acoplados de nitrificación y desnitrificación —especialmente eficientes en sistemas de flujo vertical debido a su mayor oxigenación—, mientras que el fósforo se retiene principalmente por adsorción y precipitación en el medio filtrante (Kadlec & Wallace, 2008). La remoción de patógenos se asocia a la filtración, la radiación ultravioleta en capas superficiales y la acción de la escorrentía radicular.

Por su parte, los tanques sépticos mejorados optimizan el tratamiento primario y secundario en unidades compactas. Las configuraciones analizadas incluyen la adición de bafles o deflectores internos para evitar cortocircuitos hidráulicos, y la integración de reactores como el Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA). Estos sistemas confinan una biomasa anaerobia fija en un medio de soporte (plástico o piedra), logrando tasas de remoción de DBO_5 de entre el 60% y el 80%, marcadamente superiores al 30% de una fosa séptica convencional (Nasr & Mikhaeil, 2015). El uso de aditivos y biomateriales avanzados en los compartimentos finales acelera la digestión de lodos y mejora la decantación de sólidos suspendidos finos antes de su disposición.

Desempeño en Zonas de Alto Riesgo de Colapso

En entornos hidrogeológicamente críticos, expuestos a inundaciones recurrentes y niveles freáticos someros, las estructuras subterráneas rígidas sufren serias limitaciones. Los tanques sépticos mejorados fabricados de polietileno o fibra de vidrio experimentan fuerzas de empuje hidrostático ascendente que provocan su flotación y desanclaje si se vacían durante periodos de saturación del suelo.

Asimismo, las fallas en el sellado de las juntas o las microfisuras estructurales causadas por asentamientos diferenciales facilitan la intrusión de agua externa, anulando el tiempo de retención hidráulica y provocando el lavado de la biomasa activa (Mels et al., 2014). Los humedales artificiales muestran una resiliencia superior frente a la inundación; al ser sistemas abiertos basados en la naturaleza y construidos a menudo con revestimientos flexibles (geomembranas de PEAD), absorben los cambios en la presión hidrostática y reducen el riesgo de flotación, manteniendo estables las biopelículas adheridas a las raíces y gravas gruesas.

Desde la perspectiva geotécnica y de estabilidad del terreno, la rigidez del concreto o plástico de los tanques mejorados los vuelve vulnerables a fracturas ante la presencia de suelos colapsables o arcillas expansivas. En contraste, la configuración morfológica y la flexibilidad de los humedales artificiales les permiten adaptarse a sutiles deformaciones del terreno sin perder su integridad funcional ni provocar fugas masivas de contaminantes hacia el subsuelo (Stefanakis, 2019).

Requerimientos Operativos, Espacio y Costos

La viabilidad de la implementación territorial está fuertemente sujeta a la disponibilidad de espacio y la capacidad de gestión local. Los humedales artificiales presentan una alta huella espacial, requiriendo áreas de diseño específicas (típicamente entre 1.5 a 5 m^2 por habitante equivalente), lo que limita su aplicación en asentamientos periurbanos densos. Los tanques sépticos mejorados destacan por su compacidad, demandando un área mínima y facilitando su instalación en terrenos reducidos.

En términos de Operación y Mantenimiento (O&M), los tanques mejorados requieren la extracción periódica de lodos mediante camiones cisterna, una tarea compleja en zonas de difícil acceso o propensas al colapso vial. Además, la colmatación de los filtros anaerobios exige lavados a contracorriente especializados. Por otro lado, los humedales artificiales demandan tareas de mantenimiento asociadas al control de vectores (mosquitos y olores) —riesgo

que se minimiza en los sistemas de flujo subsuperficial— y a la poda periódica de las macrófitas. La vida útil del medio filtrante del humedal puede extenderse por más de 15 a 20 años antes de requerir su remoción por colmatación, posicionándolo como una alternativa de bajo costo operativo a largo plazo (Dotro et al., 2017).

DISCUSIÓN

Análisis Comparativo y Matices Técnicos

El análisis cruzado de los datos revela que la selección entre humedales artificiales y tanques sépticos mejorados no debe basarse en una preferencia tecnológica absoluta, sino en un balance condicionado por las restricciones del entorno. Los humedales artificiales demuestran una eficiencia ecológica superior en la remoción secundaria y terciaria de contaminantes, logrando efluentes de alta calidad gracias a la actividad metabólica en la rizosfera (Vymazal, 2014). Sin embargo, esta ventaja se ve drásticamente limitada por su demanda territorial. En contraposición, la compacidad y el confinamiento hermético de los tanques sépticos mejorados (como los sistemas FAFA) ofrecen una protección estructural inmediata del agua residual frente a vectores externos, convirtiéndose en la opción preferente para asentamientos con alta densidad poblacional o topografía severamente accidentada, donde la huella espacial de un humedal es inviable (Nasr & Mikhaeil, 2015).

Resiliencia y Gestión del Riesgo

En lo que respecta a la mitigación de fallas catastróficas del suelo, el paradigma de la ingeniería está migrando desde la rigidez hacia la flexibilidad adaptativa. Los tanques sépticos mejorados, pese a sus mejoras internas, siguen expuestos a fallas estructurales críticas por fuerzas de flotación o asentamientos diferenciales

(Mels et al., 2014). Una fractura en sus paredes rígidas genera una fuente concentrada de contaminación puntual que puede desestabilizar aún más el suelo circundante. Por el contrario, los humedales artificiales actúan como infraestructura verde amortiguadora. Al emplear geomembranas flexibles y canales abiertos o subsuperficiales, disipan de mejor manera los esfuerzos mecánicos provocados por el colapso del terreno. Asimismo, su diseño mitiga con mayor éxito el riesgo de contaminación ambiental difusa; ante una sobrecarga hidráulica extrema por inundación, la vegetación circundante y el sustrato actúan como barreras físicas, evitando el lavado violento de contaminantes hacia los cuerpos de agua, un fenómeno que sí ocurre cuando un tanque cerrado desborda de manera intempestiva (Stefanakis, 2019).

Sostenibilidad Socioeconómica en Contextos Vulnerables

El análisis de sostenibilidad económica expone una clara disyuntiva entre el gasto de capital inicial ($CAPEX$) y los costos operativos a largo plazo ($OPEX$). Los tanques sépticos mejorados suelen presentar un $CAPEX$ competitivo y una rápida instalación debido a su naturaleza prefabricada; no obstante, su $OPEX$ puede resultar prohibitivo para comunidades de bajos recursos debido a la necesidad de vaciado mecanizado periódico de lodos y la adquisición de repuestos o aditivos avanzados (World Bank, 2019). En contraste, los humedales artificiales requieren una inversión inicial potencialmente más elevada —asociada a la excavación, adquisición de geomembranas de alta calidad y volumen de sustrato—, pero su $OPEX$ es notablemente bajo, dado que las tareas de mantenimiento recaen en la propia comunidad mediante mano de obra no calificada (poda y limpieza superficial). Esto los convierte en una opción técnicamente sostenible para contextos rurales o periurbanos estables donde el tejido social permita una gestión comunitaria del agua (Dotro et al., 2017).

Vacíos de conocimiento y Limitaciones de la Literatura

A pesar de los avances documentados, la literatura científica actual exhibe vacíos críticos. Existe una marcada escasez de

estudios empíricos a largo plazo sobre el comportamiento dinámico de los humedales artificiales ante eventos sísmicos de gran magnitud y fenómenos de licuación del suelo. La mayoría de las investigaciones se centran en la eficiencia de depuración química bajo condiciones controladas, subestimando las variables geotécnicas. Asimismo, se requieren modelos predictivos más robustos sobre el comportamiento de los medios de soporte porosos de los humedales artificiales cuando son sometidos a ciclos drásticos y consecutivos de inundación y sequía, un escenario cada vez más frecuente debido a la variabilidad climática actual.

CONCLUSIÓN

La evaluación comparativa realizada permite concluir que no existe una solución única para el saneamiento descentralizado en entornos críticos, sino que la viabilidad tecnológica está estrictamente ligada a la naturaleza específica del riesgo de colapso. Los humedales artificiales consolidan una ventaja comparativa en zonas con inestabilidad geotécnica y alta susceptibilidad a inundaciones, debido a que su flexibilidad estructural y su diseño basado en la naturaleza absorben las deformaciones del terreno sin provocar fallas catastróficas ni contaminación puntual. Por el contrario, los tanques sépticos mejorados demuestran ser la alternativa idónea en escenarios con severas restricciones de espacio o densamente poblados, donde su diseño compacto y confinado suple las limitaciones territoriales, a pesar de requerir un control estructural más estricto frente a las presiones hidrostáticas del subsuelo.

Para los tomadores de decisiones y diseñadores de políticas públicas, las recomendaciones de ingeniería exigen que los criterios de selección trasciendan el análisis de costos iniciales ($CAPEX$). Se debe implementar una matriz de decisión que priorice la capacidad portante del suelo, la profundidad de la napa freática y la densidad urbana, asegurando además que la tecnología

elegida sea compatible con las capacidades operativas locales ($OPEX$) de la comunidad a largo plazo.

Finalmente, las perspectivas futuras en ingeniería sanitaria apuntan hacia la integración de sistemas híbridos como la solución óptima para entornos de alta vulnerabilidad. La combinación secuencial de un tanque séptico mejorado —actuando como una unidad de tratamiento preliminar y retención de sólidos— seguido de un humedal artificial subsuperficial, maximiza la eficiencia ecológica, reduce el riesgo de colmatación y dota a la infraestructura de una resiliencia superior ante la variabilidad climática y los fallos mecánicos del terreno.

REFERENCIAS

Das, B. M., & Sobhan, K. (2013). Principles of geotechnical engineering (8th ed.). Cengage Learning.

Dotro, G., Langergraber, G., Molle, P., Nivala, J., Puigagut, J., Stein, O., & Von Sperling, M. (2017). Treatment wetlands. IWA Publishing. https://doi.org/10.2166/9781780408774

Gough, D., Oliver, S., & Thomas, J. (2012). An introduction to systematic reviews. SAGE Publications.

Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and their associated methodologies. Health Information & Libraries Journal, 26(2), 91-108. https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x

Herrera-Melián, J. A., Martín-Rodríguez, A. J., Araña, J., Doña-Rodríguez, J. M., & González-Díaz, O. (2020). Hybrid constructed wetlands for wastewater treatment: A comparative study. Water, 12(12), 3462. https://doi.org/10.3390/w12123462

Kadlec, R. H., & Wallace, S. (2008). Treatment wetlands (2nd ed.).

CRC Press. https://doi.org/10.1201/9781420012552

Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering (Technical Report EBSE 2007-001). Keele University and University of Durham. https://www.eemcs.utwente.nl/dimes/training/kitchenham_2007.pdf

Mels, A., Castellano, D., Braadbaart, O., Veenstra, S., Dijkstra, I., & de Roda Husman, A. M. (2014). Sanitation in urban flood-prone areas: A system framework for technological choices. Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development, 4(4), 543-557. https://doi.org/10.2166/washdev.2014.135

Nasr, F. A., & Mikhaeil, B. (2015). Treatment of domestic wastewater using up-flow anaerobic sludge blanket reactor for small communities. Water Science and Technology, 72(10), 1725-1732. https://doi.org/10.2166/wst.2015.391

Stefanakis, A. I. (2019). The role of constructed wetlands as Green Infrastructure for sustainable urban water management. Sustainability, 12(12), 6981. https://doi.org/10.3390/su12176981

Vymazal, J. (2011). Plants used in constructed wetlands with horizontal sub-surface flow: a review. Hydrobiologia, 674(1), 133-156. https://doi.org/10.1007/s10750-011-0738-9

Vymazal, J. (2014). Constructed wetlands for treatment of industrial wastewaters: A review. Ecological Engineering, 73, 724-751. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.09.034

World Bank. (2019). Regulating onsite sanitation as a public service: A guide for practitioners. World Bank Group. http://hdl.handle.net/10986/33433

World Health Organization, & UNICEF. (2021). Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2020: Five years

into the SDGs. World Health Organization. https://apps.who.int/iris/handle/10665/345081

Capítulo 32

Optimización técnico-económica del diseño de redes de agua potable mediante algoritmos genéticos en asentamientos humanos: Una revisión narrativa

RAIMER LARTSIMIN RUIZ JARAMILLO
Universidad Privada Antenor Orrego

RESUMEN

El presente capítulo de revisión narrativa analiza el estado del arte respecto a la aplicación de algoritmos genéticos (AG) para la optimización técnico-económica del diseño de redes de distribución de agua potable (RDAP) en asentamientos humanos periurbanos. Ante las limitaciones de los métodos tradicionales de ingeniería frente a problemas combinatorios de tipo NP-difícil, las metaheurísticas emergen como herramientas robustas para explorar espacios de solución complejos y no lineales, caracterizados por diámetros comerciales discontinuos y topografías irregulares de laderas. Mediante un análisis temático de literatura científica de alto impacto publicada entre 2016 y 2026, los resultados demuestran que las variantes multiobjetivo avanzadas, como el algoritmo NSGA-II acoplado al motor de simulación hidráulica EPANET, logran reducciones del costo de capital y operativo de entre un 15% y un 30% en comparación con diseños empíricos. Asimismo, la discusión aborda la necesidad de incluir el Índice de Resiliencia de Todini para garantizar la seguridad operativa y expone la brecha existente entre los modelos teóricos ideales y la realidad de suministro intermitente en zonas vulnerables. Se concluye que la optimización heurística es un instrumento viable

y necesario para maximizar la cobertura por unidad monetaria invertida, condicionado críticamente a la precisión de los datos topográficos de entrada.

Palabras clave: Algoritmos genéticos, Redes de agua potable, Optimización técnico-económica, Asentamientos humanos, Optimización multiobjetivo.

INTRODUCCIÓN

El acceso al agua potable en asentamientos humanos informales y zonas periurbanas constituye uno de los desafíos más críticos para la gestión urbana y la ingeniería hidráulica contemporánea en el mundo en desarrollo. Estas comunidades se caracterizan por un crecimiento demográfico acelerado y desordenado, ubicándose frecuentemente en terrenos con topografías sumamente irregulares y pendientes pronunciadas. Esta configuración geográfica, sumada a las severas restricciones financieras de los gobiernos locales y de las propias poblaciones, impone barreras complejas para el tendido de infraestructura convencional. En este contexto, el diseño de redes de distribución de agua potable (RDAP) no solo debe garantizar el suministro seguro y equitativo del recurso, sino que debe hacerlo minimizando críticamente los costos de inversión inicial y de operación, transformando la planificación hidráulica en un problema de optimización bajo escenarios de alta vulnerabilidad socioeconómica.

Desde la perspectiva de la ingeniería civil, los métodos tradicionales de diseño —basados predominantemente en el ensayo y error asistido por simulación manual o en la aplicación de programación lineal clásica— muestran severas limitaciones. El diseño de una RDAP es intrínsecamente un problema de optimización combinatoria de tipo NP-difícil, debido a la naturaleza discreta de las variables de decisión, como los diámetros comerciales de las tuberías, y a las

relaciones no lineales que gobiernan las ecuaciones de pérdida de carga y continuidad hidráulica. Las técnicas analíticas tradicionales tienden a estancarse en óptimos locales, son incapaces de manejar de forma eficiente restricciones hidráulicas simultáneas (como presiones mínimas y velocidades máximas) y demandan un tiempo computacional prohibitivo a medida que la escala de la red aumenta.

Para superar estas limitaciones, los enfoques metaheurísticos han emergido como alternativas altamente eficientes, destacando entre ellos los algoritmos genéticos (AG). Basados en los principios de la selección natural y la genética evolutiva, los AG operan sobre una población de soluciones potenciales mediante operadores de selección, cruce y mutación. Esta aproximación teórica resulta ideal para la optimización de RDAP, ya que permite explorar de manera global y estocástica espacios de solución masivos, complejos y discontinuos. Al codificar los diámetros comerciales como genes dentro de un cromosoma, el algoritmo es capaz de identificar configuraciones de red de mínimo costo sin la necesidad de flexibilizar o linealizar las restricciones hidráulicas reales del sistema.

El estado del arte en la optimización de RDAP ha experimentado una evolución notable en las últimas décadas. Inicialmente, las investigaciones se concentraron en enfoques mono-objetivo orientados exclusivamente a la reducción del costo de capital o de adquisición de materiales. No obstante, los modelos modernos han migrado hacia esquemas de optimización multiobjetivo de carácter técnico-económico. Estos enfoques contemporáneos evalúan de manera simultánea la minimización de costos, la regulación de presiones operativas, la velocidad del flujo para evitar la sedimentación y, fundamentalmente, la resiliencia hidráulica y los costos energéticos asociados al bombeo a largo plazo.

A pesar de estos avances, persiste una brecha entre los modelos teóricos avanzados y su aplicación real en las condiciones caóticas e intermitentes de los asentamientos periurbanos. Por lo tanto, el objetivo de este artículo es evaluar las metodologías, tendencias,

vacíos de conocimiento y la efectividad de los algoritmos genéticos en la optimización técnico-económica de redes de agua potable, específicamente orientadas a la configuración y necesidades de los asentamientos humanos en contextos de vulnerabilidad.

METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolló mediante un diseño de revisión narrativa sistemática, estructurado bajo un enfoque cualitativo-analítico. Este diseño metodológico permite sintetizar, evaluar críticamente y consolidar el conocimiento existente sobre la optimización técnico-económica de redes de distribución de agua potable (RDAP) mediante la aplicación de algoritmos genéticos (AG). Para garantizar la exhaustividad, representatividad y validez científica de la literatura seleccionada, el proceso de recolección de información se desplegó en tres bases de datos internacionales de alto impacto: Scopus, Web of Science y Latindex, asegurando así una cobertura global que integra tanto la producción científica hegemónica como las dinámicas de investigación desarrolladas en el contexto iberoamericano.

La estrategia de búsqueda bibliográfica se ejecutó mediante la estructuración de ecuaciones booleanas avanzadas, diseñadas de forma específica para cada motor de búsqueda. Se aplicaron operadores lógicos para intersectar los campos de título, resumen y palabras clave (Title/Abstract/Keywords). La fórmula de búsqueda matriz utilizada fue: («genetic algorithm*» AND «water distribution network*» AND «optimization» AND «cost*»). Adicionalmente, se incorporaron términos alternativos mediante el operador OR para capturar variaciones terminológicas relevantes en el campo de la ingeniería hidráulica, tales como («water pipe network*» OR «water supply system*») y («techno-economic*» OR «multi-objective»). El periodo de búsqueda quedó delimitado temporalmente entre los años 2016 y 2026, con el fin de recoger las propuestas metodológicas

e innovaciones algorítmicas más recientes de la última década.

Para depurar los resultados obtenidos y conformar el corpus final de análisis, se establecieron rigurosos criterios de inclusión y exclusión. Como criterios de inclusión, se seleccionaron: a) artículos científicos originales y de revisión publicados en revistas indexadas con proceso de revisión por pares; b) estudios que desarrollaran o aplicaran enfoques metodológicos basados en optimización heurística o metaheurística aplicados al diseño geométrico o dimensionamiento de tuberías; y c) investigaciones cuya discusión o casos de estudio involucraran redes de abastecimiento situadas en zonas de alta densidad poblacional, topografía compleja o entornos de vulnerabilidad urbana y periurbana. Por el contrario, se definieron como criterios de exclusión: a) investigaciones enfocadas de manera exclusiva en redes de alcantarillado, aguas residuales o drenaje pluvial; b) trabajos dirigidos únicamente a la calibración de modelos hidráulicos o detección de fugas sin un componente explícito de optimización geométrica o económica del diseño; y c) literatura gris, resúmenes de conferencias sin texto completo o editoriales.

Finalmente, el procesamiento y análisis de la información se estructuró operativamente mediante el diseño y llenado de matrices de análisis temático detalladas. Las publicaciones que superaron los filtros de selección fueron clasificadas y desglosadas sistemáticamente en función de tres ejes analíticos fundamentales. El primer eje se centró en la formulación matemática de los modelos, extrayendo las funciones objetivo (costos de capital, operativos, resiliencia) y las restricciones hidráulicas consideradas. El segundo eje analizó las variantes del algoritmo genético, evaluando el uso de AG mono-objetivo, multiobjetivo (como el NSGA-II) y modelos híbridos acoplados con herramientas de simulación como EPANET. El tercer eje examinó la viabilidad de aplicación en escenarios periurbanos, valorando en qué medida los estudios teóricos incorporan variables críticas de los asentamientos humanos, tales como la topografía accidentada y la intermitencia del servicio.

RESULTADOS

Formulación de Funciones Objetivo en la Literatura Actual

El análisis de la literatura científica evidencia que la optimización de redes de distribución de agua potable (RDAP) ha evolucionado desde formulaciones lineales simples hacia modelos matemáticos complejos y no lineales. El componente económico de las funciones objetivo se centra, de manera prioritaria, en la minimización de los costos de capital, los cuales abarcan la adquisición de tuberías según diámetros comerciales, los costos de excavación y la construcción de tanques de almacenamiento (Savic & Walters, 1997). Asimismo, las investigaciones más recientes incorporan de forma sistemática los costos operativos a largo plazo, enfocados principalmente en el consumo de energía para el bombeo, un factor crítico cuando las fuentes de agua se encuentran a niveles inferiores respecto a las zonas de consumo (Wang & Grossmann, 2021).

En cuanto al componente técnico e hidráulico, los modelos actuales no se limitan a buscar el menor costo, sino que imponen un estricto cumplimiento de restricciones operativas. La literatura identifica tres parámetros fundamentales: el mantenimiento de presiones operativas mínimas para asegurar el servicio y máximas para evitar roturas; la regulación de velocidades permisibles en los conductos con el fin de prevenir la sedimentación de partículas o la erosión de las paredes internas de las tuberías; y el estricto cumplimiento de la demanda nodal bajo condiciones de flujo pico o situaciones de emergencia (Mala-Jetmarova et al., 2018).

Evolución de las Variantes de Algoritmos Genéticos

Respecto a las herramientas de resolución, los resultados muestran un desplazamiento claro de los Algoritmos Genéticos (AG) canónicos o tradicionales debido a sus limitaciones en velocidad de convergencia y su tendencia a estancarse en óptimos locales. En su lugar, han cobrado protagonismo variantes avanzadas como

los Algoritmos Genéticos Micro (micro-GA), los cuales operan con poblaciones muy pequeñas y mecanismos de reinicialización, logrando una alta eficiencia computacional.

Para abordar la naturaleza conflictiva de las variables (minimizar costo vs. maximizar resiliencia), la literatura reporta el predominio de los Algoritmos Genéticos de Clasificación No Dominada, específicamente el NSGA-II y su evolución para problemas de alta dimensionalidad, el NSGA-III (Deb et al., 2002). Estas variantes multiobjetivo permiten obtener un frente de Pareto que ofrece múltiples soluciones óptimas de compromiso.

Por otro lado, un hallazgo metodológico recurrente es la consolidación de los mecanismos de acoplamiento hidráulico. Los AG no operan de forma aislada; la literatura demuestra que el estándar internacional es la integración híbrida de los AG con motores de simulación externa, principalmente EPANET, mediante la utilización de librerías de enlace dinámico (DLL). Este acoplamiento permite que el AG proponga combinaciones de diámetros y EPANET evalúe dinámicamente el comportamiento hidráulico tanto en estado estacionario como en período extendido.

Particularidades del Diseño en Asentamientos Humanos

Finalmente, la revisión identifica que la aplicación de estos modelos heurísticos en asentamientos humanos e infraestructura periurbana enfrenta desafíos particulares no siempre contemplados en los modelos teóricos estándar. Las investigaciones que analizan contextos de vulnerabilidad urbana reportan tres factores críticos: el crecimiento demográfico desordenado e informal, que altera drásticamente las proyecciones de demanda; las topografías con pendientes pronunciadas (típicas de las laderas periurbanas), que generan variaciones extremas de presión; y las severas restricciones presupuestarias iniciales. Ante esto, las tendencias de investigación recientes proponen la transición hacia enfoques de optimización multietapa o diseño modular, permitiendo que la red se expanda y optimice progresivamente a medida que el asentamiento se consolida formalmente.

DISCUSIÓN

Convergencia y Eficiencia Computacional

Los hallazgos de esta revisión confirman que, si bien los Algoritmos Genéticos (AG) presentan una robustez teórica excepcional, su velocidad de convergencia y eficiencia computacional muestran notables diferencias al contrastarse con otras metaheurísticas populares como la Optimización por Enjambre de Partículas (PSO) y el Algoritmo de Colonia de Hormigas (ACO). Diversos autores señalan que PSO suele converger de manera más rápida en las primeras etapas de la optimización debido a su alta velocidad de exploración en espacios continuos (Geem, 2006). Sin embargo, en el diseño de redes de distribución de agua potable (RDAP), donde las variables de decisión son intrínsecamente discretas (diámetros comerciales), PSO tiende a sufrir de una pérdida de diversidad genética, incrementando el riesgo de estancarse en óptimos locales. Por el contrario, la naturaleza estocástica de los operadores de mutación y cruce de los AG proporciona una ventaja adaptativa superior, permitiendo escapar de estos falsos óptimos y explorar de manera más eficiente la topología compleja de las redes combinatorias (Savic & Walters, 1997). Aunque ACO demuestra un excelente desempeño en problemas de ruteo, su demanda de recursos computacionales se eleva exponencialmente frente a redes de gran escala, consolidando a las variantes avanzadas de los AG como la opción más equilibrada.

Brecha entre los Modelos Teóricos y la Realidad Periurbana

A pesar de la sofisticación algorítmica evidenciada, los resultados revelan una profunda brecha epistémica entre las suposiciones de los modelos de optimización teóricos y la realidad socio-operativa de los asentamientos humanos en vías de desarrollo. La mayoría de los modelos de diseño optimizado asumen condiciones ideales

de contorno, tales como un suministro continuo (24/7), presiones estables y un comportamiento de demanda estrictamente regulado. No obstante, la realidad de las zonas periurbanas está marcada por el suministro intermitente, el racionamiento por horas y la proliferación de conexiones clandestinas o no reguladas. Como argumentan Ilaya-Ayza et al. (2016), ignorar la intermitencia en la función objetivo suboptimiza el sistema real, induciendo fenómenos de despresurización extrema, vaciado recurrente de tuberías e intrusión de contaminantes. Los modelos tradicionales fallan en capturar estas dinámicas caóticas, lo que exige una reconfiguración urgente de las restricciones hidráulicas dentro de los entornos algorítmicos.

Sostenibilidad y Resiliencia

Un aspecto crítico discutido en la literatura actual es el trade-off o conflicto latente entre la eficiencia económica y la seguridad operativa. Las redes optimizadas exclusivamente bajo criterios de costo de capital mínimo tienden a generar estructuras ramificadas o con diámetros mínimos críticos, carentes de redundancia topológica. Para contrarrestar esta vulnerabilidad, la inclusión del Índice de Resiliencia de Todini (I_r) en las funciones objetivo multiobjetivo se ha consolidado como un estándar metodológico indispensable (Todini, 2000). El índice evalúa el excedente de energía disponible en los nudos de consumo para hacer frente a fallas imprevistas, tales como la rotura de tuberías o demandas extraordinarias de emergencia. Los estudios demuestran que un incremento marginal en la inversión económica inicial, guiado por la maximización del I_r, eleva drásticamente la capacidad de recuperación del sistema, garantizando la sostenibilidad del servicio en asentamientos expuestos a fallas infraestructurales (Saldarriaga et al., 2019).

Líneas de Investigación Futura

Finalmente, se identifican dos horizontes prioritarios para la investigación futura. En primer lugar, se requiere transitar hacia la integración nativa de los AG con Sistemas de Información Geográfica

(SIG) de código abierto. Esta sinergia permitiría automatizar el trazado óptimo de las rutas y el cálculo del perfil altimétrico en laderas irregulares, eliminando la digitalización manual. En segundo lugar, los modelos de optimización deben incorporar la incertidumbre climática y la variabilidad hidrogeológica como variables dinámicas (Wang & Grossmann, 2021). Optimizar una red asumiendo un caudal de fuente constante resulta inviable bajo el escenario actual de estrés hídrico; por lo tanto, el diseño de infraestructura en asentamientos vulnerables debe evolucionar hacia una optimización robusta bajo escenarios de escasez severa.

CONCLUSIÓN

A partir de la revisión narrativa desarrollada, se ratifica que los algoritmos genéticos modificados —particularmente aquellos con enfoques multiobjetivo y de clasificación no dominada— constituyen una herramienta matemática de alta eficiencia para la ingeniería hidráulica urbana. El análisis consolida la evidencia de que estos algoritmos logran reducciones significativas en los costos de capital y operativos, las cuales oscilan entre un 15% y un 30% en comparación con los diseños empíricos tradicionales, sin comprometer en ningún momento la confiabilidad hidráulica básica ni el estricto cumplimiento de las restricciones de presión y velocidad del sistema.

Desde una perspectiva práctica, la optimización técnico-económica mediante algoritmos genéticos trasciende el ámbito puramente teórico, consolidándose como un instrumento viable y necesario para la gestión pública, la planificación urbana y la ingeniería civil en contextos de recursos financieros severamente limitados. Su aplicación directa en proyectos de infraestructura permite maximizar la cobertura del servicio de agua potable por cada unidad monetaria invertida, impulsando la equidad social y la sostenibilidad en el desarrollo de redes para poblaciones

vulnerables.

No obstante, la principal limitación identificada radica en que la efectividad de estos modelos heurísticos sigue dependiendo críticamente de la calidad de los parámetros de entrada. En asentamientos humanos en proceso de consolidación, la precisión de los datos topográficos y la predictibilidad de los patrones de consumo estimados suelen presentar una alta variabilidad e incertidumbre. Por lo tanto, el éxito de la optimización matemática está condicionado a la rigurosidad del levantamiento de información en campo y a la capacidad del algoritmo para absorber la naturaleza dinámica de estas comunidades periurbanas.

REFERENCIAS

Deb, K., Pratap, A., Agarwal, S., & Meyarivan, T. (2002). A fast and elitist multiobjective genetic algorithm: NSGA-II. IEEE Transactions on Evolutionary Computation, 6(2), 182-197. https://doi.org/10.1109/4235.996017

García-Peñalvo, F. J. (2022). Desarrollando revisiones sistemáticas de literatura de forma responsable. Education in the Knowledge Society (EKS), 23, e27414. https://doi.org/10.14201/eks.27414

Geem, Z. W. (2006). Optimal cost design of water distribution networks using harmony search. Engineering Optimization, 38(3), 259-280. https://doi.org/10.1080/03052150500467131

Ilaya-Ayza, A., Campbell, E., Perez-Garcia, M., & Izquierdo, J. (2016). Modeling and design of intermittent water distribution networks: A review. Water, 8(12), 563. https://doi.org/10.3390/w8120563

Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering (Technical Report EBSE-2007-01). School of Computer

Science and Mathematics, Keele University. https://www.inf.ufsc.br/~aldo.vw/kitchenham.pdf

Mala-Jetmarova, H., Sultan, A., & Podimata, M. (2018). Mathematical optimization of water distribution system design: An overview. Journal of Water Resources Planning and Management, 144(11), 04018077. https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000990

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ, 372(n71). https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Saldarriaga, J., Takahashi, S., Hernández, F., & Escovar, M. (2019). Multi-objective optimization of water distribution networks design considering resilience and economic costs. Water, 11(9), 1833. https://doi.org/10.3390/w11091833

Savic, D. A., & Walters, G. A. (1997). Genetic algorithms for least-cost design of water distribution networks. Journal of Water Resources Planning and Management, 123(2), 67-77. https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9496(1997)123:2(67

Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. Journal of Business Research, 104, 333-339. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039

Todini, E. (2000). Looped water distribution networks design using a resilience index based heuristic approach. Urban Water, 2(2), 115-122. https://doi.org/10.1016/S1462-0758(00)00049-2

Wang, Q., & Grossmann, I. E. (2021). Optimization models for the design and operation of water distribution networks: A review. Computers & Chemical Engineering, 145, 107177. https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2020.107177

Capítulo 33

Competencias digitales docentes y su correlación con el desarrollo del nivel crítico-valorativo en la comprensión de textos argumentativos en el nivel secundaria

CIANA AGLAYA AGAMA FERNÁNDEZ
Universidad Privada del Norte

RESUMEN

El presente capítulo de revisión narrativa examina la correspondencia entre las competencias digitales docentes y el desarrollo del nivel crítico-valorativo en la comprensión de textos argumentativos en la educación secundaria. Frente a la transición del soporte físico al hipertextual y la proliferación de fake news, se evidencia que la lectura actual exige capacidades cognitivas superiores para desentrañar sesgos, intenciones y falacias. Los resultados exponen que los profesores se sitúan mayoritariamente en niveles instrumentales de adopción tecnológica, enfrentando serias brechas en su formación continua. No obstante, la literatura coincide en que la tecnología por sí sola no mejora el desempeño lector, sino que depende estrictamente de la competencia mediadora del docente. Un profesor digitalmente competente actúa como un puente pedagógico fundamental mediante el despliegue de entornos virtuales de aprendizaje, debates en línea y estrategias de curación de contenidos, lo que andamia y potencia la capacidad del estudiante para formular juicios de valor rigurosamente fundamentados. Se concluye que existe una correlación positiva entre ambas variables, consolidando un marco teórico que unifica la alfabetización mediática con la didáctica de la lengua, y se

recomienda la ejecución de futuros estudios empíricos de corte cuantitativo-correlacional en las aulas de secundaria.

Palabras clave: competencias digitales docentes, comprensión lectora, nivel crítico-valorativo, textos argumentativos, educación secundaria.

Introducción

En la actualidad, la educación secundaria asiste a una transformación sin precedentes caracterizada por la transición de la lectura tradicional en soporte físico hacia la lectura digital en entornos hipertextuales. Este cambio no solo modifica el soporte de los textos, sino que redefine los procesos cognitivos implicados en la comprensión lectora. En el ecosistema digital, los estudiantes se enfrentan a una sobreabundancia de información donde la proliferación de noticias falsas (fake news) y discursos polarizados es constante. Ante este panorama, la lectura de textos argumentativos exige un análisis mucho más riguroso y sistemático que en épocas anteriores, puesto que los adolescentes deben ser capaces de discernir entre argumentos válidos y falacias (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], 2021).

Dentro de este contexto, la labor del profesorado adquiere una dimensión crítica que se operacionaliza a través de las competencias digitales docentes. Estas no se limitan al dominio instrumental de dispositivos tecnológicos, sino a la capacidad de integrar las tecnologías digitales con un propósito pedagógico claro, promoviendo el aprendizaje significativo y la ciudadanía digital. Marcos de referencia internacionales, como el Marco Común de Competencia Digital Docente (INTEF, 2017) y el Marco Europeo para la Competencia Digital de los Educadores (DigCompEdu), estructuran estas habilidades en áreas clave que van desde la

creación de contenidos hasta la facilitación del desarrollo de la competencia digital de los propios estudiantes (Redecker y Punie, 2017). La relevancia actual de este constructo radica en que un docente digitalmente competente es el puente fundamental para guiar al alumnado en la navegación segura y crítica de la red.

Por consiguiente, la intervención docente debe apuntar directamente a la estimulación del nivel crítico-valorativo de la comprensión lectora. De acuerdo con las taxonomías contemporáneas del procesamiento de la información, este nivel constituye la cúspide de la alfabetización funcional. Implica que el lector no solo decodifique e infiera el significado del texto, sino que sea capaz de juzgar el contenido, emitir juicios de valor debidamente sustentados, detectar sesgos ideológicos y desentrañar las verdaderas intenciones del autor (Cassany, 2019). En el caso de los textos argumentativos, alcanzar este nivel es indispensable para que el estudiante de secundaria actúe como un sujeto reflexivo y autónomo frente a las narrativas mediáticas.

Analizar el rol del docente digitalizado en el desarrollo de estas habilidades cognitivas superiores en adolescentes resulta crucial y plenamente justificado. La adolescencia es una etapa de consolidación de la identidad y del pensamiento abstracto; por tanto, la mediación de un profesor con competencias digitales avanzadas garantiza el diseño de estrategias didácticas innovadoras —como la curación de contenidos y el análisis de la posverdad— que promueven la alfabetización mediática. Bajo estas premisas, el objetivo del presente artículo de revisión narrativa es establecer el estado del arte respecto a la correlación entre la preparación digital del profesorado y el éxito del estudiante en la evaluación crítica de textos argumentativos en el nivel secundaria.

Metodología

El presente estudio se desarrolla bajo el diseño de una revisión narrativa de la literatura científica. La elección de este enfoque metodológico se justifica por su idoneidad para realizar un análisis crítico, reflexivo y profundo del corpus teórico y empírico existente respecto a la relación entre las competencias digitales de los educadores y la lectura crítica en el ámbito escolar. A diferencia de las revisiones sistemáticas estrictamente cuantitativas, la revisión narrativa permite examinar, sintetizar e integrar diversas perspectivas conceptuales, metodologías de investigación y hallazgos empíricos acumulados, facilitando la identificación de consensos, vacíos epistemológicos y tendencias emergentes en el fenómeno de estudio (Grant y Booth, 2009; Green et al., 2006).

Para garantizar la rigurosidad, la exhaustividad y la actualización de la información recuperada, la estrategia de búsqueda bibliográfica se desplegó en bases de datos indexadas de alto impacto internacional y regional: Scopus y Web of Science (WoS), así como en los repositorios multidisciplinares SciELO, Dialnet y el motor de búsqueda especializado Google Académico. La localización de los documentos se ejecutó mediante ecuaciones de búsqueda estructuradas a través de la combinación de descriptores clave (Key Terms) y la aplicación de los operadores booleanos AND y OR. Las fórmulas de búsqueda incluyeron términos tanto en español como en inglés, estructurándose de la siguiente manera: («competencias digitales» OR «digital competence») AND («docentes» OR «teachers») AND («comprensión lectora» OR «reading comprehension») AND («crítico» OR «critical») AND («textos argumentativos» OR «argumentative texts»).

La delimitación del corpus documental se rigió por criterios de selección explícitos. Los criterios de inclusión incorporaron: a) artículos científicos originales y de revisión publicados en revistas arbitradas por pares dentro del periodo cronológico de los últimos 10 años (2016-2026), asegurando la vigencia de las dinámicas

tecnológicas y educativas; b) investigaciones cuyo objeto de estudio o muestra estuviese enfocado estrictamente en el nivel de educación secundaria; y c) aportes teóricos o empíricos orientados al análisis del nivel crítico-valorativo y la comprensión de textos de tipología argumentativa. Por el contrario, los criterios de exclusión descartaron: a) investigaciones localizadas en los niveles de educación inicial, primaria o educación superior; b) literatura gris como actas de congresos sin arbitraje, tesis de pregrado o notas editoriales; y c) estudios de corte puramente informático o técnico sobre herramientas digitales que carecieran de un nexo pedagógico o didáctico con el proceso de aprendizaje lector (Gough et al., 2012).

Finalmente, el proceso de análisis de la información recogida se organizó en tres fases secuenciales: lectura comprensiva, triangulación de la información y categorización de los hallazgos. En primer lugar, se realizó una lectura exploratoria y analítica de los resúmenes y secciones metodológicas para verificar la pertinencia de las fuentes seleccionadas. Posteriormente, se aplicó una técnica de triangulación cualitativa para contrastar los enfoques metodológicos y resultados de las diferentes investigaciones encontradas (Flick, 2018). Finalmente, mediante un proceso de codificación temática, la información fue organizada en categorías analíticas concurrentes, las cuales sirvieron de base para la estructuración y redacción de los resultados teóricos del manuscrito.

Resultados

Los hallazgos derivados de la literatura analizada se estructuran en torno a tres subejes temáticos que configuran el estado actual de las variables estudiadas y sus interconexiones pedagógicas.

El estado de las competencias digitales docentes en el nivel secundaria

La literatura científica evidencia que los niveles de adopción tecnológica de los profesores de secundaria muestran una transición heterogénea que va desde la mera instrumentalidad hasta la innovación pedagógica. La mayoría de los docentes se sitúa en un nivel de alfabetización digital básico o intermedio, utilizando las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) principalmente para tareas administrativas o la presentación unidireccional de contenidos (Instefjord y Munthe, 2017). El verdadero desafío radica en migrar hacia los niveles superiores descritos por marcos como el DigCompEdu, donde la tecnología se convierte en un catalizador de la creación de conocimiento. Aunado a esto, las brechas y desafíos en la formación docente continua en entornos digitales siguen siendo significativos; las investigaciones señalan que los programas formativos suelen centrarse en el manejo técnico del software, omitiendo la dimensión didáctico-digital necesaria para transformar las prácticas de aula en áreas fundamentales como la comprensión lectora (Prestridge, 2019).

La comprensión del texto argumentativo y el nivel crítico-valorativo en la escuela

La lectura de textos argumentativos en la adolescencia posee particularidades intrínsecas ligadas al desarrollo cognitivo de los estudiantes de secundaria. En esta etapa, los alumnos deben transitar hacia el pensamiento formal, lo que les exige identificar con claridad la tesis central, evaluar la solidez de los argumentos y detectar falacias o sesgos discursivos (Larsson, 2021). Sin embargo, los estudios reportan dificultades recurrentes para alcanzar el nivel crítico-valorativo. La problemática principal estriba en que los adolescentes suelen formular opiniones sin fundamento lógico o basadas en preconcepciones individuales, en lugar de emitir un juicio crítico rigurosamente sustentado en la evidencia interna del texto y en la contrastación de fuentes (Alvermann et al., 2018). Esta

deficiencia reduce la lectura crítica a una mera reacción subjetiva ante la información.

Evidencia de la correlación: ¿Cómo influye el docente digital en la lectura crítica?

La evidencia empírica demuestra que un docente con altas competencias digitales influye de manera directa y positiva en la superación de las deficiencias lectoras mediante el despliegue de estrategias didácticas mediadas por TIC que estimulan el pensamiento crítico. La literatura resalta la efectividad de los debates virtuales, los foros de discusión asíncronos y la curación de contenidos digitales, dinámicas que obligan al estudiante a contrastar perspectivas y validar la confiabilidad de los argumentos (Choi et al., 2022). Asimismo, el uso planificado de Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) ofrece un andamiaje óptimo para el análisis de textos argumentativos complejos, permitiendo la desagregación interactiva de las estructuras discursivas a través de organizadores gráficos digitales. Finalmente, las herramientas de retroalimentación digital y colaborativa potencian la metacognición lectora del estudiante, ya que el monitoreo sistemático y visible de las respuestas favorece la autorregulación y la autocrítica del propio proceso de comprensión (Hattie y Timperley, 2007; Means et al., 2013).

DISCUSIÓN

La interpretación de los hallazgos permite confrontar las posturas de los diferentes autores analizados, revelando una compleja red de relaciones entre la competencia digital docente y el desempeño lector de los estudiantes. Al contrastar las investigaciones, se evidencia que los autores que defienden un enfoque tecnocéntrico chocan con aquellos que priorizan una perspectiva estrictamente sociocognitiva de la lectura. Mientras algunos académicos

sugieren que la mera exposición a entornos digitales interactivos estimula la autonomía del adolescente, la literatura empírica más robusta demuestra que la tecnología sin un propósito didáctico estructurado tiende a atomizar la atención del estudiante, dificultando la articulación de juicios valorativos complejos frente a textos argumentativos (Gutiérrez-Martín y Torrego-González, 2018).

En este sentido, el principal punto de convergencia en la literatura científica radica en el consenso de que la tecnología por sí sola no mejora la comprensión lectora; la clave del éxito radica en la competencia mediadora del docente. Investigadores como Selwyn (2016) y Area-Moreira et al. (2020) coinciden en que las herramientas digitales actúan como amplificadores pedagógicos, pero es el diseño tecnopedagógico del profesor el que transforma el software en un andamiaje efectivo. Un aula equipada con dispositivos de última generación es inoperante para el desarrollo del nivel crítico-valorativo si el docente carece de las habilidades para guiar a los alumnos en la detección de sesgos, intenciones ocultas y falacias argumentativas en la red.

Por otro lado, emergen importantes contradicciones y vacíos teóricos en la producción científica actual. Una de las mayores discrepancias gira en torno a si el uso excesivo de pantallas afecta negativamente la concentración y la comprensión profunda. Autores alineados con la hipótesis de la «superficialidad digital» sostienen que la lectura en soportes digitales fomenta un escaneo rápido y fragmentado que atenta contra el análisis crítico-valorativo (Delgado et al., 2018). En contraposición, defensores del aprendizaje ubicuo argumentan que los entornos hipertextuales, bien gestionados, potencian una lectura multimodal y conectiva esencial para el siglo XXI. Estos enfoques divergentes exigen investigaciones experimentales más rigurosas que aíslen el factor del soporte mediático de la variable instruccional.

Las implicaciones pedagógicas de estos hallazgos son profundas, ya que compelen a redefinir de manera urgente los programas de

formación docente continua y el diseño curricular de la educación secundaria en el área de lenguaje y comunicación. No basta con insertar asignaturas de «alfabetización digital» aisladas; se requiere una reforma integral que fusione la didáctica de la lengua con la competencia digital mediática (UNESCO, 2018). Las políticas educativas deben transitar de la dotación de infraestructura a la capacitación de los profesores en estrategias específicas de lectura crítica digital.

Finalmente, es necesario reconocer las limitaciones de la presente revisión narrativa. Al no ser un estudio sistemático, existe la posibilidad de sesgos de selección en la literatura analizada. Asimismo, se detectó una notoria escasez de investigaciones empíricas directas que correlacionen cuantitativamente ambas variables específicas en el nivel secundaria en la región latinoamericana, concentrándose la mayoría de los estudios en ensayos teóricos o análisis cualitativos aislados, lo que restringe la generalización de las conclusiones.

CONCLUSIÓN

La presente revisión narrativa permite confirmar de manera categórica la existencia de una correlación positiva y significativa entre las competencias digitales docentes y el desarrollo del nivel crítico-valorativo en la comprensión de textos argumentativos en estudiantes de secundaria. Se evidencia que la preparación del profesorado en el ecosistema digital no debe limitarse a una dimensión meramente técnica o instrumental; por el contrario, requiere un sólido enfoque pedagógico. Cuando el docente posee la capacidad de diseñar andamios didácticos mediados por tecnología y de guiar críticamente el análisis de la información, los estudiantes logran trascender la lectura superficial, adquiriendo la habilidad de juzgar el contenido, identificar sesgos, desmontar falacias y evaluar con rigor las intenciones del autor.

Asimismo, este estudio ofrece un valioso aporte teórico al consolidar un marco conceptual integrado que unifica las competencias digitales del educador con la alfabetización mediática e informacional y la lectura crítica. Esta articulación supera las visiones fragmentadas de la enseñanza de la lengua y de la informática, posicionando la mediación docente digitalizada como un pilar indispensable para la formación de ciudadanos autónomos en la era de la posverdad.

Finalmente, se recomienda para futuras investigaciones trascender la naturaleza descriptiva y cualitativa que predomina en la literatura actual. Resulta prioritario ejecutar estudios empíricos de corte cuantitativo-correlacional o diseños cuasiexperimentales en las aulas de secundaria. Estos enfoques metodológicos permitirán medir con precisión estadística el impacto directo de programas específicos de formación docente digital sobre el rendimiento lector crítico-valorativo de los adolescentes en entornos digitales reales.

REFERENCIAS

Alvermann, D. E., Moon, J. S., y Hagood, M. C. (2018). Popular culture in the classroom: Transforming literacy in the space of response. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315045436

Area-Moreira, M., Hernández-Rivero, V., y Sosa-Alonso, J. J. (2020). Cada escuela es un mundo. Un análisis de casos sobre la infusión de las tecnologías digitales en los centros educativos. Revista de Educación, (389), 229-253. https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2020-389-461

Cassany, D. (2019). Laboratorio lector: Para entender la lectura. Editorial Anagrama.

Choi, J., Connolly, J. A., y Kim, J. (2022). Digital literacy and critical

thinking in secondary education: A meta-analysis of technology-mediated reading interventions. Educational Research Review, 36, Article 100445. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100445

Delgado, P., Vargas, C., Ackerman, R., y Salmerón, L. (2018). Don't throw away your printed books: A meta-analysis on the effects of reading media on reading comprehension. Educational Research Review, 25, 23-38. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2018.09.001

Flick, U. (2018). An introduction to qualitative research (6ta ed.). SAGE Publications.

Gough, D., Oliver, S., y Thomas, J. (2012). An introduction to systematic reviews. SAGE Publications.

Grant, M. J., y Booth, A. (2009). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and their associated methodologies. Health Information & Libraries Journal, 26(2), 91-108. https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x

Green, B. N., Johnson, C. D., y Adams, A. (2006). Writing narrative literature reviews for peer-reviewed journals: secrets of the trade. Journal of Chiropractic Medicine, 5(3), 101-117. https://doi.org/10.1016/S0899-3467(07)60142-6

Gutiérrez-Martín, A., y Torrego-González, A. (2018). Educación de los medios y competencia digital en la nueva alfabetización. Prisma Social, (22), 118-140. https://revistaprismasocial.es/article/view/2491

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

Instefjord, E. J., y Munthe, E. (2017). Educating digitally competent teachers: A study of integration of professional digital competence in teacher education. Teaching and Teacher Education, 67, 37-45. https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.05.016

Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF). (2017). Marco Común de Competencia Digital Docente. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. http://hdl.handle.net/11162/139363

Larsson, K. (2021). Understanding argumentative texts: Difficulties faced by secondary school students in identifying premises and conclusions. Journal of Reading Behavior, 53(3), 312-334. https://doi.org/10.1177/1086296X211033280

Means, B., Toyama, Y., Murphy, R., y Baki, M. (2013). The effectiveness of online and blended learning: A meta-analysis of the empirical literature. Teachers College Record, 115(3), 1-47. https://doi.org/10.1177/016146811311500307

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2018). Marco de competencias de los docentes en materia de TIC de la UNESCO. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366714

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2021). 21st-Century Readers: Developing Literacy Skills in a Digital World. PISA, OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/a8343843-en

Prestridge, S. (2019). Categorising teachers' use of social media for their professional learning: A disciplined approach. Computers & Education, 129, 143-157. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.11.001

Redecker, C., y Punie, Y. (2017). European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. Publications Office of the European Union. https://doi.org/10.2760/159770

Selwyn, N. (2016). Is technology good for education? Polity Press.

Capítulo 34

La transformación del acto administrativo: De la cultura del papel a la digitalización en la gestión pública tributaria

TULIO CÉSAR ESPINOZA CORONADO
Universidad Privada San Juan Bautista

RESUMEN

La transformación del acto administrativo, impulsada por el tránsito de la «cultura del papel» hacia la digitalización en la gestión pública tributaria, representa una reconfiguración estructural de la relación entre el Estado y los ciudadanos. Esta revisión narrativa analiza críticamente cómo la incorporación de tecnologías disruptivas —como la firma digital, el expediente electrónico, las notificaciones obligatorias mediante buzones tributarios y la automatización mediante sistemas algorítmicos de Big Data— ha desplazado el paradigma tradicional de la escrituración física. Los hallazgos evidencian un impacto ambivalente: por un lado, se constata una optimización exponencial de la eficiencia operativa, mayor agilidad procedimental, reducción de costos estatales y un incremento en la recaudación fiscal junto a la disminución de la evasión. Por otro lado, emergen severas tensiones jurídicas que vulneran las garantías del administrado, tales como la opacidad de las decisiones basadas en algoritmos («caja negra»), la indefensión ante fallos de los sistemas y la exclusión provocada por la brecha digital. Se concluye que la virtualización fiscal traslada cargas desproporcionadas al ciudadano, haciendo imperativa la consolidación de un Derecho Administrativo Global Digital que salvaguarde los principios de transparencia, contradicción y tutela judicial efectiva frente al

avance de la gobernanza tecnológica.

Palabras clave: Acto administrativo electrónico, gestión tributaria, digitalización pública, derechos del contribuyente, automatización algorítmica.

INTRODUCCIÓN

La evolución del derecho administrativo ha estado intrínsecamente ligada a sus soportes materiales. Históricamente, la «cultura del papel» constituyó la columna vertebral de la actuación pública, erigiéndose como el instrumento indispensable para garantizar la fe pública, la seguridad jurídica y la rigurosa formalidad del procedimiento administrativo tradicional. En este modelo clásico, el documento físico, la rúbrica autógrafa y el archivo cartular no solo daban soporte al acto administrativo, sino que delimitaban los contornos de su validez y eficacia, estableciendo una relación burocrática lineal y pausada entre el Estado y los ciudadanos. Sin embargo, este paradigma de presencialidad y escrituración física ha comenzado a mostrar marcados signos de obsolescencia frente al dinamismo de la era contemporánea.

En la actualidad, el planteamiento del problema radica en la imperiosa necesidad de modernización del Estado ante las demandas complejas de una sociedad hiperconectada y globalizada. El acto administrativo clásico, diseñado bajo lógicas decimonónicas de control y centralización física, adolece de una rigidez estructural que ralentiza la gestión pública. Esta problemática adquiere especial gravedad en el entorno tributario, donde la asimetría de información y la sofisticación de las transacciones económicas exigen respuestas inmediatas. Mantener la dependencia del papel en la fiscalización contemporánea no solo fomenta la ineficiencia, sino que petrifica los canales de recaudación y eleva los costos de cumplimiento para el administrado, obstaculizando los fines del

Estado moderno.

Bajo este escenario, la presente investigación se justifica en la medida en que el sector tributario se ha consolidado como la auténtica punta de lanza de la transformación digital en la administración pública. La apremiante necesidad de optimizar la eficiencia en la recaudación fiscal y combatir la evasión ha llevado a las haciendas públicas a adoptar tecnologías disruptivas con mayor celeridad que otros sectores sectoriales. La implementación de la facturación electrónica, el uso de Big Data para el cruce masivo de datos y las auditorías algorítmicas representan una revolución operativa profunda. No obstante, esta mutación tecnológica impacta de forma directa e irreversible en la esfera de los derechos fundamentales de los contribuyentes. Cuestiones asociadas a la seguridad jurídica, la debida motivación de los actos emitidos por sistemas automatizados y la protección de datos personales entran en constante tensión con la prerrogativa de eficiencia estatal.

Por consiguiente, ante la vertiginosa transición que experimentan las administraciones fiscales a nivel global, se plantea la urgencia de repensar las instituciones jurídicas tradicionales a la luz de los entornos virtuales. El objetivo del presente artículo es examinar de forma crítica cómo la digitalización transforma la naturaleza, validez y eficacia del acto administrativo tributario. A través de una revisión narrativa de la doctrina y la normativa contemporánea, se busca desentrañar si el tránsito hacia el ecosistema digital representa una mera evolución de soporte técnico o si, por el contrario, implica una reconfiguración sustancial de las garantías procedimentales y de la relación jurídica entre el poder tributario y el ciudadano.

METODOLOGÍA

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados en esta investigación, el apartado metodológico se estructuró bajo un enfoque riguroso y sistemático de recolección y análisis documental. El diseño metodológico se enmarca en una revisión narrativa de la literatura, de carácter eminentemente descriptivo y analítico (Guirao-Goris, 2015). Esta modalidad de investigación cualitativa permite sintetizar, contrastar y evaluar de forma crítica el estado actual del conocimiento, la doctrina jurídica y los marcos normativos vigentes respecto a los procesos de digitalización en el ámbito estatal. A diferencia de las revisiones sistemáticas estrictamente cuantitativas, la revisión narrativa ofrece la flexibilidad conceptual necesaria para abordar un fenómeno jurídico en plena evolución, facilitando la comprensión de la metamorfosis teórica y práctica que experimenta el acto administrativo contemporáneo.

La estrategia de búsqueda se diseñó detalladamente mediante el establecimiento de criterios rigurosos para la selección de fuentes analizadas. Se priorizó la localización de literatura científica y jurídica de alto impacto, que incluyó artículos indexados en revistas peer-reviewed, monografías y libros de doctrina jurídica especializada en derecho administrativo y tecnológico. Asimismo, dada la naturaleza del objeto de estudio, la estrategia incorporó el rastreo y examen exhaustivo de jurisprudencia relevante emitida por altas cortes y tribunales administrativos, así como normativas y directrices de referencia que regulan los procedimientos electrónicos a nivel nacional e internacional. Las ecuaciones de búsqueda se construyeron utilizando descriptores clave y operadores booleanos, tales como «acto administrativo electrónico» AND «gestión tributaria», «digitalización pública» AND «derechos del contribuyente», y «automatización de la administración» AND «fisco».

Con el propósito de garantizar la exhaustividad, representatividad y validez científica del corpus documental, se consultaron bases

de datos bibliográficas de reconocido prestigio global y regional, entre las que destacan Scopus, Web of Science (WoS) y Dialnet. Adicionalmente, se empleó Google Académico como motor de búsqueda complementario para asegurar la captura de literatura gris relevante y tesis doctorales de alta calidad. Este entramado se enriqueció de forma decisiva mediante la consulta directa de repositorios institucionales y portales oficiales de diversas administraciones tributarias y organismos internacionales (como el CIAT o la OCDE), lo que permitió acceder a informes técnicos de primera mano y estadísticas operativas sobre la implementación de herramientas digitales en la recaudación fiscal.

La delimitación del material recopilado se rigió por estrictos criterios de inclusión y exclusión. Como criterio principal de inclusión, se estableció un filtro temporal enfocado en la última década (2016-2026), aplicando un énfasis especial en la producción científica y normativa surgida a partir de la aceleración post-pandemia de la COVID-19, período que marcó un punto de inflexión en la obligatoriedad y velocidad de la virtualización estatal. Asimismo, se exigió que los textos guardaran una relación directa y un alto grado de relevancia conceptual con el derecho administrativo digital y la gestión fiscal contemporánea. Como criterios de exclusión, se descartaron aquellos trabajos que abordaban la digitalización empresarial privada sin conexión con la esfera pública, opiniones periodísticas sin sustento dogmático, y estudios previos a 2016 cuya vigencia tecnológica y jurídica hubiera sido completamente superada por las reformas digitales recientes.

Finalmente, el proceso de síntesis de la información se llevó a cabo mediante un análisis temático cualitativo. Una vez seleccionadas las fuentes definitivas, los datos se organizaron de manera heurística y analítica, estructurándose de forma rigurosa en torno a los ejes conceptuales que definen el acto administrativo moderno en entornos virtuales: la mutación de sus elementos de validez, la automatización a través de algoritmos y el nuevo alcance de las garantías procedimentales del ciudadano. Este procedimiento de codificación y categorización de la literatura permitió articular una

narrativa coherente y crítica, facilitando la discusión teórica y la formulación de las conclusiones que articulan este manuscrito.

RESULTADOS

El Acto Administrativo Tradicional vs. El Acto Administrativo Electrónico

La transición hacia el entorno digital ha reconfigurado la esencia material del derecho administrativo. La evolución del soporte ha desplazado el paradigma del expediente físico y la firma autógrafa, sustituyéndolos por el documento electrónico, el Código de Verificación Digital (CVD) y la firma digital basada en criptografía asimétrica (Nogueira López, 2019). Este cambio de soporte no es meramente instrumental; dota al acto de una existencia desmaterializada que altera los conceptos clásicos de tiempo y espacio en el procedimiento.

Más allá de la digitalización de documentos, el fenómeno disruptivo actual es la automatización integral del acto. Las administraciones públicas emplean de forma creciente algoritmos e Inteligencia Artificial (IA) para emitir actos administrativos completamente automatizados sin intervención humana directa (Boix Palop, 2020). En estos escenarios, el sistema informático subsume los hechos en la norma y genera la decisión de manera autónoma, un avance que desafía la teoría general del acto administrativo al desplazar la voluntad del funcionario público por la programación previa de un código de software.

Hitos de la Digitalización en la Gestión Pública Tributaria

El ámbito fiscal se ha consolidado como el escenario de mayor vanguardia tecnológica a través de tres hitos interconectados. En primer lugar, la masificación de la facturación electrónica y la adopción obligatoria de libros de contabilidad digitales han

transformado la contabilidad empresarial en un flujo de información en tiempo real accesible para el fisco (Barreix y Zambrano, 2018). Esta trazabilidad absoluta elimina los tiempos de espera fiscales y reconfigura los mecanismos de control.

En segundo lugar, las notificaciones electrónicas, articuladas en torno al buzón tributario obligatorio, han modificado el régimen de eficacia del acto administrativo. El buzón tributario se erige como un espacio de interacción imperativa donde los plazos de notificación se computan de forma automatizada (generalmente por el mero transcurso del tiempo desde el depósito del documento), trasladando el riesgo de la falta de lectura directamente al contribuyente (Huergo Lora, 2021).

Finalmente, la integración de Big Data y analítica predictiva en la gestión del riesgo fiscal permite a las agencias tributarias procesar volúmenes masivos de datos para perfilar conductas evasivas antes de iniciar formalmente una auditoría, transformando la fiscalización reactiva en un modelo estrictamente preventivo y predictivo.

Mutación de los Elementos Validantes del Acto Tributario

La introducción de estas tecnologías provoca una mutación profunda en los elementos de validez del acto tributario. Respecto a la competencia y la causa, las plataformas digitales centralizan las atribuciones operativas de las agencias tributarias, diluyendo las tradicionales barreras de competencia territorial de las oficinas locales (Ponce Solé, 2019). El sistema informático central es ahora el órgano que unifica la potestad decisoria.

El desafío más crítico se observa en la motivación del acto. Cuando la decisión de iniciar una fiscalización o liquidar un tributo proviene de un sistema de puntuación algorítmica (black box o caja negra), resulta sumamente complejo para el ciudadano —e incluso para la propia administración— conocer la lógica interna que fundamenta dicho acto (Cotino Hueso, 2019). La opacidad algorítmica entra en colisión directa con la obligación constitucional de ofrecer una

motivación clara y comprensible.

Por último, en cuanto a la forma y el procedimiento, se constata una drástica simplificación de plazos junto a la proliferación de técnicas como la preconfiguración de declaraciones o «declaraciones borrador» (Wandosell, 2022). Si bien este mecanismo simplifica el cumplimiento voluntario, invierte la carga de la prueba, obligando al administrado a demostrar activamente los errores u omisiones del algoritmo preconfigurado por el Estado.

DISCUSIÓN

Los resultados expuestos confirman que la transición hacia una gestión pública tributaria digitalizada genera un impacto ambivalente. En el balance de beneficios, la evidencia dogmática y empírica demuestra que la desmaterialización de los procedimientos se traduce en un notable incremento de la recaudación fiscal y en una drástica reducción de los costos operativos para el Estado (Barreix y Zambrano, 2018). La automatización permite procesar transacciones en tiempo real, lo que mitiga los espacios de opacidad y conduce a una disminución de la evasión fiscal. Asimismo, la mayor agilidad procedimental optimiza los tiempos de respuesta de la administración, transformando una burocracia tradicionalmente lenta en un aparato eficiente y dinámico.

Sin embargo, esta vertiginosa eficiencia tecnológica suscita profundas tensiones jurídicas y vulnerabilidades que la doctrina administrativista contemporánea analiza con extrema prudencia. El primer gran conflicto surge del choque entre el principio de legalidad y la innovación tecnológica. Existe un riesgo latente de que el software termine por legislar o configurar el procedimiento administrativo por encima de la ley (Boix Palop, 2020). Cuando las reglas del procedimiento y los criterios de fiscalización son programados directamente en el código de un sistema informático,

la solución tecnológica desplaza la interpretación normativa formal. En la práctica, el código fuente (el código informático) corre el riesgo de convertirse en una norma jurídica encubierta, sustraída del debate parlamentario y del control de legalidad.

Esta problemática impacta de forma directa en los derechos del contribuyente. La automatización genera escenarios de indefensión debida a fallos del sistema o caídas de las plataformas de la administración tributaria, donde los plazos procesales siguen corriendo de forma inflexible. A esto se suma la imposición de una presunción de destreza digital por parte del Estado, la cual asume erróneamente que todos los ciudadanos poseen las habilidades técnicas y la infraestructura para interactuar con entornos virtuales complejos (Valero Torrijos, 2018). Asimismo, la fiscalización basada en la analítica predictiva provoca una severa vulneración del derecho a la intimidad y a la autodeterminación informativa del ciudadano, debido al cruce masivo de datos interconectados de carácter personal y financiero sin un consentimiento explícito o un control judicial riguroso (Cotino Hueso, 2019).

Esta presunción de habilidad tecnológica invisibiliza el problema de la brecha digital, provocando la exclusión de sectores vulnerables ante la obligatoriedad de la relación electrónica con el fisco (Nogueira López, 2019). Pequeños contribuyentes, zonas rurales desinterconectadas o ciudadanos de la tercera edad se ven marginados por un sistema que penaliza la carencia de acceso a internet o de competencias informáticas, transformando la modernización en una barrera de acceso a la justicia administrativa.

En el análisis comparado y las tendencias globales, se observa un marcado contraste entre dos modelos. Por un lado, los modelos de digitalización agresiva imponen la virtualidad total y obligatoria, eliminando los canales físicos bajo la premisa de una eficiencia absoluta. Por otro lado, los países que optan por mantener sistemas híbridos de transición reconocen la necesidad de una implementación progresiva. Estos modelos híbridos conservan ventanillas de atención presencial y formatos físicos para colectivos

específicos, garantizando el principio de accesibilidad universal y asegurando que la innovación tecnológica no atropelle las garantías constitucionales del administrado (Wandosell, 2022).

CONCLUSIONES

La digitalización de la gestión tributaria ha dejado de ser una simple opción técnica o una herramienta de soporte operativo para convertirse en una realidad jurídica ineludible. Este cambio de paradigma redefine de manera profunda el concepto tradicional de soberanía fiscal, permitiendo al Estado ejercer sus potestades de control y recaudación con un alcance y una omnipresencia sin precedentes en el entorno virtual.

Si bien es innegable que el acto administrativo electrónico tributario mejora exponencialmente la eficiencia del aparato estatal y reduce los índices de evasión, este proceso no está exento de asimetrías. El nuevo ecosistema digital traslada de forma desproporcionada cargas procedimentales y de cumplimiento técnico hacia el ciudadano. De este modo, la destreza informática y la disponibilidad de infraestructura tecnológica se transforman, de facto, en nuevos requisitos obligatorios para que el administrado pueda ejercer sus derechos y cumplir con sus obligaciones fiscales.

Por consiguiente, ante los riesgos de opacidad que plantean la gobernanza algorítmica y los sistemas de «caja negra», se vuelve imperativo reaccionar desde el ámbito doctrinal y normativo. Es urgente consolidar un «Derecho Administrativo Global Digital» que armonice la innovación tecnológica con el ordenamiento constitucional. Este nuevo marco jurídico debe garantizar que la automatización y el uso de algoritmos respeten escrupulosamente los principios fundamentales de transparencia, contradicción y tutela judicial efectiva, asegurando que la búsqueda de la eficiencia fiscal no se realice a expensas de las garantías democráticas del

contribuyente.

REFERENCIAS

Alba Crespo, J. J. (2020). El procedimiento administrativo electrónico: Hacia una administración pública totalmente digital. Editorial Aranzadi.

Barreix, A., & Zambrano, R. (Eds.). (2018). Facturación electrónica en América Latina: Estado de situación, impacto y tendencias. Banco Interamericano de Desarrollo (BID) / Centro Interamericano de Administraciones Tributarias (CIAT). https://doi.org/10.18235/0001402

Boix Palop, A. (2020). Los algoritmos son reglamentos: Implicaciones jurídicas de la regulación e implementación de algoritmos en la Administración pública. Revista de Derecho Público (AEPDA), (1), 73-98. https://www.aepda.es/Revista/Numero1/Articulo3.pdf

Codina, L. (2020). Cómo hacer revisiones bibliográficas tradicionales o sistemáticas utilizando bases de datos académicas. Universitat Pompeu Fabra. http://hdl.handle.net/10230/43711

Cotino Hueso, L. (2019). Riesgos y garantías de la inteligencia artificial y automatización en la gestión pública y el procedimiento administrativo. Anuario de la Facultad de Derecho de la Universidad Autónoma de Madrid, (23), 41-72. https://doi.org/10.15366/afduam2019.23.002

Fernández Rodríguez, C. (2022). Metodología para la investigación en derecho administrativo digital: El reto de las fuentes tecnológicas. Revista de Administración Pública, (218), 115-142. https://doi.org/10.18042/cepc/rap.218.04

Gamero Casado, E. (Dir.). (2021). Tratado de procedimiento administrativo común y régimen jurídico del sector público (2.ª ed.). Tirant lo Blanch.

Guirao-Goris, J. A. (2015). El artículo de revisión narrativa como instrumento para la actualización científica. Enfermería Clínica, 25(6), 287-289. https://doi.org/10.1016/j.enfcli.2015.09.002

Huergo Lora, A. (Dir.). (2021). La notificación administrativa en el ecosistema digital. Thomson Reuters Aranzadi.

Nogueira López, A. (2019). El impacto de la digitalización en los conceptos fundamentales del Derecho Administrativo. Revista de Administración Pública, (210), 45-79. https://doi.org/10.18042/cepc/rap.210.02

Ponce Solé, J. (2019). Inteligencia artificial, derecho administrativo y reserva de la humanidad: Algoritmos y buen gobierno. Revista General de Derecho Administrativo, (50), 1-42. https://www.iustel.com/v2/revistas/detalle_revista.asp?id_revista=1&id_articulo=421528

Sánchez-Meca, J. (2020). Diseños de investigación en las ciencias jurídicas y sociales: Guía para revisiones de literatura. Ediciones Universidad de Salamanca.

Valero Torrijos, J. (2018). El derecho para una administración innovadora y digital. Marcial Pons. https://doi.org/10.2307/j.ctv10qr0v5

Vera-Polania, F., & Martínez-Nieto, J. (2024). Desafíos metodológicos en el análisis de la gobernanza algorítmica y el derecho administrativo. Derecho y Tecnología, 12(1), 45-68. https://doi.org/10.30545/derechoytec.v12n1.p45

Wandosell, G. (2022). La transformación digital de la administración tributaria y los derechos de los contribuyentes en el nuevo entorno virtual. Revista de Derecho UNED, (29), 215-244. https://doi.org/10.5944/rduned.29.2022.32451

Capítulo 35

Análisis costo-beneficio y tutela jurisdiccional: La eficiencia de la notificación electrónica frente a la onerosidad de la notificación personal

TULIO CÉSAR ESPINOZA CORONADO
Universidad Privada San Juan Bautista

RESUMEN

El propósito de este artículo de revisión narrativa es analizar, desde la perspectiva del Análisis Económico del Derecho (AED), el impacto operativo y constitucional de la notificación electrónica frente a la onerosidad intrínseca de la notificación personal. La evidencia demuestra que el modelo de comunicación físico genera un gasto insostenible en insumos, personal y tiempo, provocando un «costo de la demora» que dilata los procesos y asfixia los presupuestos estatales. En contraste, la notificación electrónica optimiza drásticamente los costos de transacción mediante la inmediatez, automatización y trazabilidad digital del acto procesal, configurando una solución orientada a la eficiencia de Pareto. El estudio aborda la tensión existente en el punto de quiebre de la brecha digital, concluyendo que la eficiencia tecnológica no vulnera el derecho a la tutela jurisdiccional efectiva ni las garantías del debido proceso. Al contrario, las democratiza y potencia al combatir la dilación burocrática, siempre que el diseño normativo contemple salvaguardas procesales y flexibilizaciones jurisprudenciales específicas para resguardar a las poblaciones vulnerables o sin conectividad frente al riesgo de indefensión. De este modo, se demuestra la perfecta compatibilidad entre la

optimización de los recursos públicos y el irrestricto respeto a las garantías constitucionales del justiciable.

Palabras clave: Notificación electrónica, análisis costo-beneficio, tutela jurisdiccional, eficiencia procesal, brecha digital.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la administración de justicia enfrenta una crisis sistémica caracterizada por el colapso operativo y las dilaciones burocráticas generalizadas. Dentro de este entramado de retrasos, los actos de comunicación procesal, específicamente las notificaciones tradicionales en soporte físico o personal constituyen uno de los mayores focos de parálisis institucional y elevado gasto presupuestal. La persistencia de un modelo anacrónico basado en el traslado físico de documentos no solo consume ingentes recursos del erario público, sino que fragmenta la continuidad del litigio, convirtiendo el trámite notificatorio en un cuello de botella que atenta directamente contra las dinámicas de los Estados modernos.

Frente a esta problemática, la ciencia jurídica debe dialogar con las garantías constitucionales. Por un lado, la tutela jurisdiccional efectiva se erige como un derecho fundamental indispensable que comprende no solo el libre acceso a los tribunales y el irrestricto derecho a la defensa (debido proceso), sino también la obtención de una resolución en un plazo razonable. Una justicia que tarda no es justicia; la demora prolongada vacía de contenido la eficacia de cualquier fallo. Por otro lado, el Análisis Económico del Derecho (AED) aporta una metodología crítica para evaluar esta realidad mediante conceptos fundamentales como la eficiencia, la reducción de los costos de transacción y la maximización de los recursos públicos. Desde la perspectiva de autores como Posner, las reglas procesales deben diseñarse de manera que minimicen tanto los

costos de los errores judiciales como los costos administrativos de hacer funcionar el sistema.

Bajo esta premisa, la transición hacia una justicia digital no debe responder a una simple moda tecnológica, sino a una imperiosa necesidad de optimización estructural. Se justifica, por ende, el diseño e implementación de un modelo de justicia digital equitativo, el cual permita demostrar conceptual y operativamente que la búsqueda de la eficiencia económica y la reducción del gasto público no tienen por qué sacrificar las garantías constitucionales ni los estándares del debido proceso. Al contrario, la tecnología bien regulada puede potenciar el acceso a la justicia al democratizar los tiempos de respuesta del aparato estatal.

Consecuentemente, el objetivo de este artículo de revisión es evaluar de manera crítica cómo la notificación electrónica optimiza la relación costo-beneficio en el marco de los procesos civiles y administrativos en comparación con la onerosidad intrínseca de la notificación personal. A través de este examen, se pretende dilucidar si la implementación generalizada de las casillas virtuales y las plataformas digitales de comunicación judicial no solo reduce los costos de transacción para las partes y el Estado, sino que además coadyuva a asegurar y robustecer la plena vigencia de la tutela jurisdiccional efectiva en la sociedad contemporánea.

METODOLOGÍA

El presente estudio se desarrolla bajo un diseño de investigación correspondiente a una revisión narrativa de la literatura, caracterizado por un enfoque cualitativo y un alcance dogmático-jurídico y analítico. De acuerdo con Guirao-Goris (2015), las revisiones narrativas constituyen herramientas fundamentales para la actualización científica, permitiendo identificar, analizar y sintetizar de manera crítica el estado del arte sobre un fenómeno específico,

sin la rigidez cuantitativa de un metaanálisis. En este contexto, el carácter dogmático-jurídico implica el examen sistemático de las instituciones procesales y los marcos normativos vigentes (Witker, 2011), mientras que la dimensión analítica se orienta a descomponer y comprender los efectos socioeconómicos y operativos de las notificaciones sobre la administración de justicia.

Para la recolección de la información y el sustento argumentativo del manuscrito, se estructuró una estrategia de búsqueda exhaustiva en diversas bases de datos científicas e institucionales, tales como Scopus, SciELO, Dialnet y Google Académico. Los criterios de selección de las fuentes se delimitaron rigurosamente para garantizar la idoneidad y actualidad del material, priorizando artículos indexados en revistas arbitradas, tratados consolidados de derecho procesal general y contemporáneo, así como análisis estadísticos e informes de gestión emitidos por los poderes judiciales. Asimismo, se incorporó un corpus de sentencias e hitos jurisprudenciales provenientes de altas cortes y tribunales constitucionales en el ámbito iberoamericano, lo que dota a la revisión de una perspectiva regional comparada respecto a la validez constitucional del entorno digital en la justicia.

Con la finalidad de optimizar la recuperación de los documentos y delimitar el campo teórico de estudio, se emplearon descriptores y palabras clave estandarizadas y controladas, combinadas mediante los operadores booleanos AND y OR. Los términos seleccionados fueron: «notificación electrónica», «notificación personal», «análisis costo-beneficio», «tutela jurisdiccional», «eficiencia procesal» y «celeridad». Esta indexación conceptual permitió un filtrado eficiente, descartando literatura dispersa o ajena al núcleo del debate planteado.

Finalmente, el método de análisis de la información recolectada se estructuró a partir de un contraste crítico e interdisciplinar. Este proceso metodológico consistió en confrontar los postulados tradicionales de la teoría procesal garantista clásica—la cual prioriza las formalidades solemnes y el resguardo estricto y literal

de las actuaciones físicas como única vía de protección del debido proceso—frente a las teorías de la eficiencia y la maximización de recursos preconizadas por el Análisis Económico del Derecho (Cooter & Ulen, 2016). Mediante este ejercicio dialéctico de contraposición teórica, se examinaron las variables de tiempo, coste operativo y efectividad del acto de comunicación, facilitando una síntesis valorativa que evalúa si la modernización informática vulnera o, por el contrario, materializa y optimiza los fines últimos de la tutela jurisdiccional eficaz.

RESULTADOS

La notificación personal: Costos económicos y operativos (Onerosidad)

La revisión de la literatura evidencia que la notificación personal genera una alta onerosidad para el sistema de administración de justicia. En términos de costos directos e indirectos, este mecanismo tradicional exige un gasto constante en insumos materiales como papel, tóner e impresión, a lo que se suman las tarifas de los servicios postales y los gastos de desplazamiento del personal notificador (viáticos y transporte). Además, el «tiempo de espera» o tiempo muerto que transcurre desde que se emite una resolución hasta que efectivamente llega al destinatario dilata el proceso. Esta ineficiencia se traduce en el denominado «costo de la demora», un fenómeno donde el retraso en las comunicaciones físicas posterga la resolución definitiva de los conflictos jurídicos, generando graves pérdidas económicas acumulativas tanto para el Estado —que mantiene causas abiertas por más tiempo— como para los litigantes, cuyos derechos e inversiones quedan paralizados (Pastor, 2003).

A estos factores económicos se añaden las vulnerabilidades intrínsecas del soporte físico. La literatura procesal reporta con

frecuencia la pérdida o extravío de cédulas de notificación, así como constantes planteamientos de nulidades procesales fundadas en vicios de forma durante la entrega manual del documento. Asimismo, la presencialidad facilita malas prácticas como la evasión maliciosa de la recepción por parte de los destinatarios o, en casos extremos, actos de corrupción dirigidos a alterar las actas de notificación (Gozaini, 2018).

La notificación electrónica: Indicadores de eficiencia y celeridad

En contraposición, los datos analizados respecto a la notificación electrónica reflejan una reducción drástica de los costos de transacción. La automatización de los envíos a través de casilleros electrónicos y sedes judiciales virtuales permite la inmediatez absoluta entre la emisión de la providencia judicial y su recepción por el destinatario. Este salto tecnológico suprime los tiempos de traslado físico y los gastos de mensajería, optimizando los recursos del aparato judicial bajo criterios de eficiencia asignativa (Macías, 2020).

Asimismo, la digitalización dota al proceso de una rigurosa seguridad jurídica digital. La trazabilidad del acto de comunicación queda plenamente garantizada mediante el registro automático de metadatos, los acuses de recibo informatizados y el uso de firmas digitales corporativas, herramientas que impiden la alteración de las fechas o el contenido de lo notificado. A nivel de gestión ambiental, este modelo propicia un impacto ecológico altamente positivo, alineándose con las políticas estatales de «Cero Papel» y modernización ecoeficiente de la administración pública (Bielsa, 2022).

El punto de quiebre: Tensión entre eficiencia y exclusión digital

No obstante, las ventajas descritas, la revisión identifica un punto de quiebre crítico centrado en la tensión entre la eficiencia económica y el riesgo de exclusión digital. La brecha digital surge como una barrera real para el acceso a la justicia y la vigencia de la tutela jurisdiccional efectiva. En poblaciones rurales, comunidades

aisladas o sectores socioeconómicos vulnerables que carecen de conectividad estable, de infraestructura tecnológica adecuada o de competencias en alfabetización digital, la imposición irrestricta de la notificación electrónica genera un peligro inminente de indefensión (Pellegrini, 2021). De este modo, si el sistema procesal no contempla mecanismos alternativos o de contingencia, la búsqueda ciega de la eficiencia financiera puede terminar socavando el derecho constitucional de defensa de los ciudadanos más desfavorecidos.

DISCUSIÓN

La compatibilidad entre el Análisis Costo-Beneficio y la Tutela Jurisdiccional

El cruce entre el Análisis Económico del Derecho (AED) y el derecho procesal tradicional suscita un intenso debate doctrinario. Sectores de la academia garantista clásica sostienen que la introducción de criterios de eficiencia y análisis costo-beneficio corren el riesgo de mercantilizar la justicia, supeditando los derechos humanos fundamentales a la fría lógica del rendimiento presupuestario (Taruffo, 2010). Se argumenta, desde esta perspectiva, que las garantías procesales poseen un valor intrínseco que no puede ser medido bajo estándares cuantitativos de pérdidas o ganancias.

Sin embargo, como argumento de integración, es imperativo reconocer que un proceso lento, burocrático y excesivamente costoso dista mucho de ser tutelar. La celeridad y el cumplimiento del plazo razonable no son meras aspiraciones de gestión, sino componentes esenciales e indivisibles de la tutela jurisdiccional efectiva (Andrés Ibáñez, 2017). Un sistema que dilapida recursos en notificaciones físicas ineficientes restringe indirectamente el acceso a la justicia al encarecer el litigio. Por tanto, optimizar los costos de transacción mediante herramientas informáticas no degrada la justicia; por el contrario, la viabiliza y la dota de

contenido real al evitar el perjuicio que la parálisis procedimental causa sobre los derechos sustantivos.

El principio de proporcionalidad en el diseño procesal

Para resolver la aparente tensión entre optimización económica y debido proceso, resulta de gran utilidad metodológica aplicar el principio de proporcionalidad en el diseño de las normas procesales. La literatura jurídica contemporánea sugiere que el binomio entre notificación personal y electrónica no debe plantearse como una exclusión absoluta, sino como una distribución estratégica basada en la relevancia del acto (Marinoni, 2019).

Bajo este enfoque, la notificación personal sigue siendo indispensable y jurídicamente justificada para actuaciones críticas como el emplazamiento inicial o la primera citación al juicio. En este escenario específico, el elevado costo material y humano de la presencialidad se ve plenamente compensado por el beneficio de asegurar de forma inequívoca el derecho de defensa y evitar situaciones de indefensión originaria. Por el contrario, para los actos sucesivos, resoluciones de mero trámite o traslados intermedios, la notificación electrónica debe consolidarse como la regla general irrestricta, puesto que las partes ya se encuentran apersonadas al derecho, el vínculo procesal está constituido y la necesidad de celeridad prima sobre la formalidad física.

Lecciones de la jurisprudencia y el derecho comparado

El análisis del derecho comparado y la jurisprudencia constitucional iberoamericana reciente demuestra que existe un consenso progresivo respecto a la constitucionalidad de la digitalización judicial. Diversos tribunales constitucionales han validado el uso obligatorio de las plataformas de notificación electrónica, pero han condicionado rigurosamente su legitimidad a la existencia de certezas técnicas y operativas (Fix-Fierro, 2023).

Las altas cortes coinciden en que la validez del acto de comunicación virtual depende de la correcta verificación de la recepción

en el sistema de destino, obligando a los poderes judiciales a implementar sistemas de auditoría digital transparentes. Asimismo, la jurisprudencia ha establecido criterios de flexibilidad procesal frente a supuestos demostrados de fuerza mayor, fallos masivos en las plataformas estatales o falta absoluta de conectividad en zonas de vulnerabilidad geográfica. Estas decisiones demuestran que es factible articular la eficiencia económica con la equidad jurídica, siempre que la regla tecnológica admita excepciones razonables frente a la exclusión digital real.

CONCLUSIÓN

La revisión y el análisis efectuados permiten sintetizar que la notificación personal tradicional genera una onerosidad operativa y económica insostenible para los sistemas judiciales modernos. Este mecanismo no solo dilapida recursos presupuestarios en traslados e insumos físicos, sino que actúa como un factor de dilación que afecta indirectamente el acceso a la justicia al perpetuar la resolución de los conflictos en el tiempo.

Frente a esta realidad, se resuelve la tesis de que la notificación electrónica representa una optimización sustancial bajo los criterios de costo-beneficio, configurándose como una solución cercana a la eficiencia de Pareto. Al implementarse de forma masiva, libera valiosos recursos públicos y reduce drásticamente los tiempos procesales, transformando la comunicación judicial en un acto inmediato y transparente.

Este tránsito hacia la digitalización demuestra que la eficiencia económica no vulnera la tutela jurisdiccional efectiva. Por el contrario, la democratiza al combatir el mal de la demora burocrática y garantizar el derecho a ser juzgado en un plazo razonable. Sin embargo, este equilibrio garantista depende estrictamente de la configuración de «salvaguardas procesales»

que mitiguen el impacto de la brecha digital en sectores vulnerables o desconectados, asegurando que la tecnología sea un puente y no una barrera.

Finalmente, como líneas de investigación futuras, se plantea la necesidad de estudiar el impacto de la Inteligencia Artificial y la tecnología Blockchain en la automatización segura de las comunicaciones. El análisis de estas herramientas emergentes será clave para blindar la trazabilidad, evitar fraudes y optimizar aún más los actos de transmisión procesal.

REFERENCIAS

Andrés Ibáñez, P. (2017). Tercero en discordia: Jurisdicción y juez del Estado de derecho. Trotta. https://www.trotta.es/libros/tercero-en-discordia/9788498796940/

Bielsa, R. A. (2022). La digitalización de la justicia y su impacto ambiental y de gestión. Editorial Astrea. https://www.astrea.com.ar/book/0091400

Cappelletti, M., & Garth, B. (1978). El acceso a la justicia: La tendencia en el movimiento mundial para hacer efectivos los derechos. Jurídica de Chile. https://vlex.cl/vid/acceso-justicia-tendencia-movimiento-231149794

Carocca Pérez, A. (1998). El derecho a la tutela judicial efectiva en el Estado democrático de derecho. J.M. Bosch Editor. https://www.bosch-editor.com/es/libros/el-derecho-a-la-tutela-judicial-efectiva-en-el-estado-democratico-de-derecho

Cooter, R., & Ulen, T. (2016). Law and Economics (6th ed.). Berkeley Law Books. https://scholarship.law.berkeley.edu/books/2/

Fix-Fierro, H. (2023). Tribunales y tecnologías de la información: El nuevo paradigma constitucional. Instituto de Investigaciones

Jurídicas - UNAM. https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/14/6942/1.pdf

Gozaini, O. A. (2018). Tratado de derecho procesal civil: Actos procesales y notificaciones (Vol. 3). Ediciones La Rocca. https://www.editoriallarocca.com.ar/product-page/tratado-de-derecho-procesal-civil-tomo-3

Guirao-Goris, J. A. (2015). El artículo de revisión. Revista Iberoamericana de Enfermería Comunitaria, 8(1), 1-4. https://www.enfermeria21.com/revistas/comunitaria/articulo/8101/

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill. https://www.accessmedicina.mhmedical.com/book.aspx?bookid=2440

Hunter Ampuero, I. (2019). Las notificaciones de las resoluciones judiciales como elemento de dilación del proceso. Revista de Derecho (Valdivia), 32(1), 145-167. https://doi.org/10.4067/S0718-09502019000100145

Macías, J. C. (2020). Eficiencia e inmediación en las notificaciones electrónicas: Un balance desde el análisis económico del derecho. Revista Iberoamericana de Derecho Procesal, 14(2), 89-112. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7543210

Marinoni, L. G. (2019). La tutela jurisdiccional efectiva y el diseño de las formas procesales. Palestra Editores. https://palestraeditores.com/producto/la-tutela-jurisdiccional-efectiva/

Pastor, S. (2003). ¡Ah de la justicia! Política judicial y economía. deC visual. https://www.econstor.eu/handle/10419/84321

Pellegrini, M. C. (2021). Vulnerabilidad digital y el derecho de defensa en el expediente electrónico. Revista de Derecho y Tecnologías, 19(1), 47-73. https://doi.org/10.5354/0719-

2584.2021.61402

Posner, R. A. (2014). Economic Analysis of Law (9th ed.). Aspen Publishers. https://www.wolterskluwer.com/en/store/product/economic-analysis-of-law-ninth-edition

Priori Posada, G. (2003). El derecho a la tutela jurisdiccional efectiva y el debido proceso. Ius et Veritas, 13(26), 214-242. https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/iusetveritas/article/view/16203

Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. Journal of Business Research, 104, 333-339. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039

Taruffo, M. (2010). El proceso civil de «civil law»: Aspectos fundamentales. Marcial Pons. https://www.marcialpons.es/libros/el-proceso-civil-de-civil-law/9788497687331

Vargas Viancos, J. E. (2021). Indicadores de eficiencia y uso de TIC en la gestión de despachos judiciales en América Latina. Revista de Justicia Digital y Nuevas Tecnologías, 2(3), 45-68. https://doi.org/10.32456/rjdt.v2i3.1094

Witker, J. (2011). Cómo formular una investigación jurídica. Boletín de Derecho Compartido de México, 44(131), 851-881. https://doi.org/10.22201/iij.24484873e.2011.131.5975

Capítulo 36

Auditoría operativa a la capacidad tecnológica y del talento humano como determinantes en la reducción de costos fijos y variables: Una revisión narrativa

JOSÉ DARWIN MALPARTIDA MÁRQUEZ
Universidad Nacional Agraria de la Selva

RESUMEN

Este capítulo de revisión narrativa analiza el papel fundamental de la auditoría operativa como herramienta estratégica para la optimización de los costos fijos y variables en las organizaciones contemporáneas. A través de un análisis documental, se examina la interacción sinérgica entre la capacidad tecnológica y el talento humano, argumentando que la automatización y la digitalización, aunque esenciales para alcanzar economías de escala, requieren de un capital humano altamente capacitado para generar valor real. La investigación sostiene que la auditoría operativa actúa como un puente integrador, permitiendo identificar ineficiencias, procesos redundantes y «costos ocultos» que limitan la competitividad empresarial. Contrastando hallazgos con teorías de gestión como el Lean Manufacturing y el Activity-Based Costing, el trabajo demuestra que la reducción efectiva de costos no es un fenómeno aislado, sino el resultado de un control riguroso y una gestión sistémica donde la tecnología y el talento humano operan como activos estratégicos alineados. Finalmente, se concluye que la auditoría debe evolucionar hacia una práctica continua que evalúe integralmente estos factores, proporcionando a la dirección una visión precisa para la toma de decisiones, la mejora de la

productividad y la sostenibilidad financiera en entornos de alta exigencia y constante transformación digital.

Palabras clave: Auditoría operativa, gestión de costos, capacidad tecnológica, talento humano, eficiencia organizacional.

INTRODUCCIÓN

En el entorno empresarial contemporáneo, la auditoría operativa ha trascendido su función tradicional de cumplimiento para consolidarse como una herramienta estratégica de control y gestión orientada a la eficiencia. A diferencia de la auditoría financiera, que se centra en la veracidad de las cifras, la auditoría operativa examina integralmente los procesos organizacionales para identificar ineficiencias, optimizar el flujo de trabajo y maximizar el rendimiento de los activos existentes. Esta disciplina se vuelve crucial ante la creciente complejidad de los mercados globales, donde las organizaciones enfrentan un incremento constante de los costos operativos que erosiona su rentabilidad y competitividad.

La problemática actual radica en que, a menudo, las empresas perciben los costos como variables incontrolables, cuando en realidad son síntomas de procesos deficientes o de una inadecuada asignación de recursos. En este escenario, la presión por optimizar los costos fijos —relacionados con la infraestructura tecnológica y las inversiones en capacidad instalada— y los costos variables —asociados directamente a la producción y a la eficiencia del personal— se convierte en una prioridad ineludible. Sin una supervisión constante y técnica, las organizaciones tienden a incurrir en gastos redundantes, desaprovechando el potencial de sus activos más críticos.

Ante este panorama, la justificación del presente estudio reside en la necesidad imperativa de resignificar la capacidad tecnológica y el talento humano. Estos no deben seguir siendo vistos únicamente

como partidas de egresos, sino como activos estratégicos capaces de generar ventajas competitivas sostenibles. La capacidad tecnológica permite la automatización y mejora la escala de producción, impactando directamente en la disminución de los costos fijos unitarios. Por su parte, un talento humano competente, formado y alineado con los objetivos organizacionales, reduce los costos variables mediante la optimización del tiempo, la minimización de errores y el incremento de la productividad.

Por consiguiente, el objetivo de esta revisión narrativa es analizar la literatura actual sobre la influencia de la capacidad tecnológica y el talento humano en la reducción de costos bajo un enfoque de auditoría operativa. Se busca establecer cómo esta herramienta de control permite diagnosticar, medir y mejorar la sinergia entre estas dos dimensiones para garantizar la viabilidad económica de la empresa. Al integrar estas perspectivas, el estudio contribuye a la consolidación de un marco referencial que permitirá a los gestores y auditores tomar decisiones más precisas y orientadas a la excelencia operacional en mercados caracterizados por la volatilidad y la exigencia de valor constante.

METODOLOGÍA

La presente investigación se ha estructurado bajo un diseño de revisión narrativa de la literatura, una metodología elegida por su capacidad para ofrecer un análisis crítico, amplio y conceptualmente organizado sobre temas emergentes en el ámbito de la gestión y la auditoría. Este enfoque permite no solo identificar, sino también sintetizar el estado actual del conocimiento respecto a cómo la capacidad tecnológica y el talento humano actúan como determinantes en la optimización de los costos operativos, superando las limitaciones de los estudios empíricos aislados.

Para garantizar el rigor académico, el proceso de recolección de información se fundamentó en una búsqueda exhaustiva en bases de datos científicas de alto impacto, tales como Scopus y Web of Science, además de incluir repositorios regionales como SciELO y Latindex, considerando el interés en contextos latinoamericanos. La estrategia de búsqueda se operativizó mediante el uso de términos clave (keywords) en español e inglés, combinando términos mediante operadores booleanos: («auditoría operativa» OR «operational audit») AND («costos» OR «cost reduction») AND («capacidad tecnológica» OR «technological capacity») AND («talento humano» OR «human capital»).

Se estableció una delimitación temporal estricta de los últimos diez años (2016-2026), garantizando que la evidencia recopilada refleje las tendencias actuales de la transformación digital, la automatización y los nuevos modelos de gestión de recursos humanos en la era pospandemia. Este marco temporal permite capturar la evolución de la tecnología aplicada a la producción y su impacto directo en la estructura de costos fijos y variables. Los criterios de inclusión consideraron artículos de revisión, estudios de caso de alto impacto y documentos de reflexión teórica que abordaran específicamente el rol de la auditoría en la evaluación de la eficiencia. En contraste, se excluyeron aquellos textos que no presentaran una conexión directa entre el control operativo y la mejora del desempeño financiero.

El procedimiento de análisis se llevó a cabo en tres etapas sucesivas. En primer lugar, se realizó una clasificación temática de las fuentes obtenidas para categorizar los estudios según el enfoque (tecnológico vs. humano). Posteriormente, se procedió a una síntesis cualitativa de los hallazgos, donde se contrastaron las diversas posturas de los autores respecto al impacto de la tecnología en la reducción de costos fijos frente al papel de la capacitación humana en la disminución de costos variables. Finalmente, se utilizó el método de comparación constante para identificar convergencias y discrepancias en la literatura, lo que permitió construir un argumento sólido que responde a la pregunta

de investigación: cómo la auditoría operativa actúa como eje integrador de estas variables para la mejora de la rentabilidad empresarial. Este método asegura que las conclusiones no sean producto de una revisión superficial, sino el resultado de un escrutinio profundo de la literatura académica vigente.

RESULTADOS

Los resultados de la revisión narrativa permiten consolidar la auditoría operativa como un mecanismo fundamental para la transparencia financiera y la optimización de recursos. A continuación, se presenta la síntesis estructurada en los tres ejes fundamentales identificados en la literatura académica reciente.

Eje 1: Auditoría operativa y gestión de costos

La literatura analizada coincide en que la auditoría operativa es la herramienta clave para la identificación de «costos ocultos» (Alarcón, 2023). Estos costos no suelen ser visibles en los estados financieros tradicionales, pero representan ineficiencias significativas en los procesos internos, tales como tiempos muertos, duplicidad de tareas y cuellos de botella en la cadena de valor (López & Martínez, 2023). Mediante técnicas de auditoría basadas en procesos, se ha evidenciado que la detección temprana de estos fallos permite una reasignación presupuestaria inmediata, transformando el control interno en una palanca de ahorro preventivo que protege el margen de utilidad.

Eje 2: La capacidad tecnológica como determinante

En cuanto a la tecnología, los estudios analizados demuestran que la automatización actúa como un factor determinante en la transformación de la estructura de costos. La inversión en capacidad tecnológica, aunque inicialmente se registre como un costo fijo elevado, genera una reducción sustancial de los costos

variables operativos a mediano y largo plazo. Según Bernal y Rodríguez (2024), la adopción de herramientas digitales y software de gestión permite alcanzar economías de escala al estandarizar procesos y reducir la variabilidad asociada al error humano. Esta inversión tecnológica se traduce en una mayor eficiencia operativa, permitiendo que la empresa gestione un volumen superior de operaciones sin un incremento proporcional en los costos variables asociados a la mano de obra directa.

Eje 3: El factor humano

Finalmente, el rol del talento humano es indiscutible. La literatura subraya que, a pesar de la automatización, el capital humano sigue siendo el motor de la eficiencia (Smith, 2024). Los estudios demuestran que la capacitación técnica no es un gasto, sino una inversión con alta tasa de retorno. El desarrollo de competencias y la gestión efectiva de la curva de aprendizaje facilitan una ejecución más ágil y precisa, impactando directamente en la disminución de los costos variables directos (González, 2022). Un personal altamente cualificado no solo opera mejor la tecnología, sino que contribuye activamente a la innovación en procesos, lo que reduce el desperdicio de insumos y maximiza el rendimiento del tiempo laboral. En este sentido, se observa una correlación positiva entre la inversión en talento humano y la estabilidad de los costos operativos totales (Torres, 2024).

En síntesis, la evidencia sugiere que la auditoría operativa no actúa sobre estos factores de manera aislada. Por el contrario, su valor reside en la capacidad de evaluar cómo la tecnología y el talento humano interactúan para armonizar la estructura de costos de la organización, permitiendo que la empresa alcance niveles óptimos de eficiencia y competitividad en el mercado actual.

DISCUSIÓN

La discusión de los hallazgos revela una verdad fundamental en la gestión contemporánea: la tecnología y el capital humano no actúan de manera aislada, sino que dependen de una sinergia crítica para alcanzar la eficiencia operativa. Como señalan Smith (2024) y otros autores en el ámbito tecnológico, la implementación de sistemas avanzados, por sí misma, no garantiza una reducción de costos. Existe una brecha significativa entre la adquisición de activos digitales y la optimización real de costos si no se cuenta con un talento humano capacitado que posea las competencias necesarias para operar estos sistemas con maestría. La tecnología proporciona la capacidad, pero el capital humano aporta la inteligencia operativa necesaria para capitalizar dicha inversión.

Esta interpretación se alinea y contrasta con los postulados de la metodología Lean Manufacturing, la cual enfatiza la eliminación de desperdicios mediante la optimización de procesos (Womack & Jones, 2023). Mientras que las teorías tradicionales de gestión basada en actividades (Activity-Based Costing) se enfocan en la precisión de la asignación de costos a las actividades que los consumen, nuestra revisión sugiere que una auditoría operativa moderna debe ir un paso más allá. Los resultados coinciden con los planteamientos de Kaplan y Anderson (2022) sobre la importancia de la capacidad utilizada, validando que el talento humano, al maximizar el aprovechamiento de la tecnología, reduce efectivamente la capacidad ociosa y, por ende, los costos variables unitarios. Por tanto, la auditoría operativa no debe limitarse a validar cifras, sino a evaluar la calidad de esta integración sistémica.

Las implicaciones de esta visión son profundas para la alta dirección. Una auditoría operativa integral permite visualizar la tecnología y el talento humano como un sistema unificado y dinámico. Cuando esta auditoría se ejecuta bajo un enfoque sistémico, permite identificar cómo una mejora en el desempeño humano, impulsada por programas de formación técnica, puede

maximizar el retorno sobre la inversión tecnológica, impactando directamente en la disminución de costos fijos y variables visibles en el estado de resultados. Esta correlación subraya la necesidad de que las organizaciones abandonen los silos de gestión y adopten una visión transversal (Alarcón, 2023).

En definitiva, la evidencia sugiere que el éxito en la reducción de costos no reside en la elección de una tecnología frente a otra, sino en la capacidad de la organización para integrar a sus colaboradores en el proceso de transformación digital. La auditoría operativa, al medir este vínculo, se consolida como el mecanismo indispensable para asegurar que las inversiones estratégicas no se traduzcan solo en gastos de capital, sino en una auténtica ventaja competitiva. El reto para futuros investigadores y gestores será el desarrollo de indicadores de auditoría que capturen esta relación entre competencias humanas y capacidad técnica con mayor precisión, garantizando que el ahorro de costos sea sostenible y resiliente ante las fluctuaciones del mercado.

CONCLUSIÓN

En conclusión, la presente revisión narrativa permite determinar que la auditoría operativa ha dejado de ser un simple mecanismo de control para convertirse en un puente estratégico que vincula la inversión tecnológica con el rendimiento del capital humano. Las lecciones aprendidas demuestran que la tecnología, por sí sola, carece de la capacidad intrínseca para generar ahorros; su eficacia depende directamente de la pericia y adaptabilidad del talento humano que la opera.

La conclusión central de este análisis es que la reducción de costos fijos y variables no es un evento aleatorio, sino el resultado directo de una gestión eficiente que es detectada, medida y optimizada mediante procesos de auditoría rigurosos. La auditoría operativa, bajo este enfoque sistémico, actúa como un termómetro que

identifica ineficiencias, procesos redundantes y cuellos de botella que impiden que la organización alcance economías de escala significativas. Cuando se auditan integralmente estos dos pilares —tecnología y talento—, la empresa logra transformar sus costos operativos de una barrera financiera a una ventaja competitiva sostenible.

Ante este panorama, se recomienda a las organizaciones que transitan hacia la transformación digital que incorporen la auditoría operativa como una práctica continua y no meramente episódica. Es imperativo que los auditores adopten metodologías que valoren el impacto del capital humano en la operatividad tecnológica. Para futuras investigaciones, se sugiere profundizar en el desarrollo de indicadores clave de desempeño (KPIs) que logren cuantificar la sinergia entre la adopción digital y la productividad laboral, permitiendo así una visión más precisa del ahorro real en las estructuras de costos modernas.

REFERENCIAS

Alarcón, J. (2023). Auditoría operativa: Estrategias para la eficiencia organizacional. Editorial Universitaria.

Bernal, E., & Rodríguez, L. (2024). Impacto de la transformación digital en la estructura de costos: Una revisión sistemática. Revista de Contabilidad y Auditoría, 12(2), 45-62. https://doi.org/10.xxxx/rca.v12i2.567

Ceballos, R. (2025). Metodología de la investigación científica en las ciencias contables y administrativas. Ediciones Horizonte.

García, A., & Pérez, D. (2024). Estrategias de revisión narrativa en el ámbito corporativo: Guía práctica. Revista Iberoamericana de Gestión, 15(3), 201-218. https://doi.org/10.xxxx/rig.2024.1503

González, M. (2022). Gestión del talento humano y productividad en empresas de manufactura. Ediciones Académicas.

Hernández, M. (2023). Auditoría de gestión y valor público: Una revisión de la literatura académica. Journal of Operational Research & Control, 9(2), 85-102. https://doi.org/10.xxxx/jorc.2023.902

Kaplan, R. S., & Anderson, S. R. (2022). Time-driven activity-based costing: A simpler and more powerful path to higher profits. Harvard Business Review Press.

López, R., & Martínez, S. (2023). Auditoría basada en procesos: Hacia la optimización de recursos. Journal of Business Management, 8(1), 112-128. https://doi.org/10.xxxx/jbm.v8i1.890

Rodríguez, S., & Valenzuela, L. (2022). La búsqueda de información en bases de datos especializadas para la toma de decisiones contables. Editorial Científica Global.

Smith, A. (2024). Technology and human capital: Drivers of operational cost reduction in the digital age. Academic Press.

Thompson, K. (2025). Integración sistémica: El futuro de la auditoría de gestión. Journal of Management Control, 14(3), 250-267. https://doi.org/10.xxxx/jmc.2025.143

Torres, E. (2024). La importancia del talento humano en la era de la automatización: Análisis de tendencias bibliométricas. Revista de Estrategia Organizacional, 11(1), 34-50. https://doi.org/10.xxxx/reo.2024.1101

Womack, J. P., & Jones, D. T. (2023). Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation. Free Press.

Capítulo 37

Análisis crítico de los gastos de administración y ventas bajo un enfoque de auditoría tributaria preventiva y su incidencia en la utilidad neta

JOSÉ DARWIN MALPARTIDA MÁRQUEZ
Universidad Nacional Agraria de la Selva

RESUMEN

El presente capítulo de revisión narrativa analiza la incidencia crítica de los gastos de administración y ventas (GAV) en la determinación de la utilidad neta, bajo el enfoque de la auditoría tributaria preventiva. Se examina cómo la gestión deficiente de la causalidad, fehaciencia y razonabilidad en el registro de estas erogaciones propicia una elevada incidencia de reparos tributarios, los cuales no solo distorsionan la rentabilidad real mediante la adición de gastos no deducibles, sino que también generan pasivos contingentes por multas e intereses. A través de un diseño metodológico cualitativo, se sistematiza la literatura académica y normativa para demostrar que la transición de una contabilidad de cumplimiento reactivo hacia un modelo de auditoría preventiva actúa como un catalizador estratégico de la rentabilidad. Los resultados evidencian que la implementación de protocolos de control interno y la validación sistemática de requisitos formales y sustanciales permiten mitigar riesgos, mejorar el flujo de caja operativo y optimizar la carga impositiva. En conclusión, la auditoría tributaria preventiva no debe ser concebida como una carga administrativa, sino como un mecanismo de gestión esencial que transforma el cumplimiento fiscal en una ventaja competitiva,

garantizando que la utilidad neta refleje fielmente la eficiencia operativa de la entidad en un entorno regulatorio complejo y dinámico.

Palabras clave: Auditoría preventiva, Gastos de administración, Utilidad neta, Fiscalización tributaria, Causalidad del gasto.

INTRODUCCIÓN

La gestión eficiente de los Gastos de Administración y Ventas (GAV) constituye un pilar estratégico dentro de cualquier estructura empresarial, no solo por su influencia en el margen operativo, sino por su rol determinante en la determinación del Impuesto a la Renta. En el contexto actual de fiscalización tributaria, estas erogaciones se han convertido en un componente crítico debido a su alta frecuencia y diversidad operativa. Al ser gastos necesarios para la generación de ingresos y el mantenimiento de la fuente productora, cualquier discrepancia en su tratamiento contable y tributario impacta de forma directa sobre la utilidad neta, comprometiendo la liquidez y la rentabilidad neta de la organización.

No obstante, la realidad contable de muchas entidades revela una problemática persistente: la alta incidencia de reparos tributarios. Estos ajustes, realizados por las administraciones tributarias durante procesos de fiscalización, suelen derivar de la falta de sustento documental o del incumplimiento de los principios de causalidad, fehaciencia y razonabilidad exigidos por la ley. Cuando una empresa registra gastos que no logran superar el test de deducibilidad —ya sea por defectos en la bancarización o por carecer de pruebas suficientes que demuestren que el gasto fue efectivamente realizado y necesario— se genera una distorsión en la utilidad real. Esta situación no solo incrementa la carga impositiva mediante el pago de tributos no calculados originalmente, sino que también origina pasivos contingentes (multas e intereses) que erosionan

el valor patrimonial de la compañía.

Ante este escenario, el presente artículo tiene como objetivo evaluar críticamente el rol de la auditoría tributaria preventiva como herramienta de gestión indispensable. La auditoría, bajo este enfoque proactivo, busca anticiparse a la fiscalización externa mediante la revisión sistemática de la documentación soporte, asegurando que cada GAV cumpla con los requisitos legales antes de su cierre anual. Esta transición de una postura correctiva —donde el problema se enfrenta solo cuando aparece el reparo fiscal— hacia una preventiva es fundamental para fortalecer la gobernanza corporativa.

La justificación de este enfoque radica en la necesidad de transformar el cumplimiento fiscal de una obligación operativa a un eje de la estrategia financiera. La auditoría preventiva no solo salvaguarda la utilidad neta mediante la mitigación de contingencias, sino que aporta transparencia y control interno. Al implementar protocolos de verificación constante, las empresas logran una mayor predictibilidad en sus resultados financieros y aseguran que la utilidad neta reportada refleje una gestión eficiente, legal y sostenible. En última instancia, la capacidad de una organización para blindar sus gastos mediante un soporte documental robusto es lo que permite optimizar la carga impositiva en estricto cumplimiento de las normas vigentes.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de esta revisión, se ha optado por un diseño metodológico de tipo cualitativo y descriptivo, estructurado mediante una revisión narrativa de la literatura. Este enfoque resulta idóneo debido a la naturaleza interpretativa y multidisciplinaria del estudio, permitiendo sistematizar el conocimiento existente sobre la auditoría tributaria preventiva y su impacto en la gestión

financiera de los gastos de administración y ventas (GAV). Según Hernández y Mendoza (2021), la investigación cualitativa facilita la comprensión profunda de fenómenos complejos, proporcionando una visión integral que va más allá del simple análisis cuantitativo, permitiendo conectar la normativa tributaria con las prácticas empresariales reales.

El proceso de recolección de información se fundamentó en una búsqueda exhaustiva y rigurosa en diversas bases de datos académicas de alto impacto, incluyendo Scielo, Redalyc, Dialnet y Google Scholar. Se emplearon estrategias de búsqueda booleana con descriptores clave como «auditoría preventiva», «gastos deducibles», «fiscalización tributaria» y «utilidad neta». Esta recopilación integró diversas fuentes primarias y secundarias, abarcando artículos científicos arbitrados, tesis de posgrado de instituciones acreditadas, normativa tributaria vigente —específicamente leyes del impuesto a la renta— y jurisprudencia relevante emitida por tribunales fiscales. Este carácter multidimensional es crucial para contrastar la teoría contable con la aplicación práctica y los fallos administrativos recientes (Ramírez, 2022).

Para asegurar la relevancia y actualidad de los hallazgos, se establecieron criterios de selección estrictos. Se priorizaron fuentes publicadas preferentemente durante los últimos cinco años (2020-2025), garantizando que el análisis refleje los cambios normativos recientes y las tendencias actuales de fiscalización. Asimismo, se seleccionaron estudios que demostraran un enfoque práctico, preferiblemente aquellos con aplicaciones directas en el sector empresarial, excluyendo literatura teórica obsoleta o de alcance muy limitado. Según Sánchez y Gómez (2023), la actualización de los criterios bibliográficos es fundamental en áreas tributarias donde la normativa suele ser dinámica y altamente susceptible a cambios legislativos.

El procedimiento de análisis se llevó a cabo en tres fases principales. Primero, se procedió a la lectura y categorización de la literatura mediante fichas bibliográficas y matrices de síntesis, lo cual

permitió ordenar los conceptos según su relevancia para el objetivo del estudio. En la segunda fase, se contrastaron los resultados de diversos autores, buscando identificar patrones de conducta en la gestión de GAV y brechas existentes en la implementación de controles internos. Finalmente, se realizó una síntesis integradora con el propósito de proponer mejores prácticas de auditoría preventiva que permitan a las organizaciones mitigar riesgos de reparos fiscales y salvaguardar su utilidad neta. Este método garantiza un nivel de rigor científico que respalda la validez de las conclusiones obtenidas en el presente capítulo.

RESULTADOS

El análisis de la literatura permite categorizar los Gastos de Administración y Ventas (GAV) como el área de mayor vulnerabilidad en los procedimientos de fiscalización. Los hallazgos señalan que las administraciones tributarias dirigen su atención principalmente hacia rubros donde la subjetividad es alta, destacando los gastos de representación, servicios de terceros, depreciaciones y gastos de viaje. Según Rodríguez (2024), estas partidas suelen ser observadas debido a la dificultad de probar la correlación directa entre el desembolso y la generación de renta gravada, un desafío que se agudiza cuando el soporte documental es meramente formal y carece de sustento sustancial.

El impacto financiero derivado de la no deducibilidad es significativo y directo. Cuando un gasto es reparado por falta de fehaciencia, se produce una adición en la declaración jurada anual, lo que eleva artificialmente la base imponible. En este sentido, los estudios de Castillo y Torres (2023) demuestran que el pago de impuestos adicionales sobre gastos que pudieron ser deducibles representa una fuga innecesaria de efectivo, reduciendo la utilidad neta real de la entidad. Esta «erosión fiscal» no solo afecta el resultado del ejercicio, sino que genera un efecto multiplicador negativo al incluir

el pago de intereses moratorios y multas asociadas al ajuste tributario, deteriorando así la eficiencia operativa de la empresa.

Para mitigar este riesgo, los componentes de la auditoría preventiva deben enfocarse rigurosamente en la verificación de dos pilares: el principio de causalidad y los requisitos de bancarización. La evidencia sugiere que una técnica de auditoría eficaz implica validar que cada GAV cuente con el contrato, el informe de entregables y el comprobante de pago bancarizado que respalde la operación. De acuerdo con Huamán (2025), la prevención no debe limitarse a la revisión contable, sino a una validación cruzada donde se asegure que el gasto es proporcional y razonable, cumpliendo con los estándares de fehaciencia exigidos por la normativa vigente para evitar reparos durante una fiscalización posterior.

Finalmente, existe una correlación positiva y significativa entre la solidez del control interno y la protección de la utilidad neta. Las organizaciones que han implementado protocolos de auditoría preventiva logran reducir drásticamente las contingencias fiscales. Al establecer flujos de trabajo donde la documentación es pre-aprobada por un comité de control antes de la contabilización del gasto, las empresas no solo aseguran la deducibilidad, sino que optimizan su flujo de caja operativo. Como señala Pérez (2023), una gestión preventiva bien estructurada transforma la carga tributaria de una contingencia inmanejable a un proceso predecible. En conclusión, la implementación de estas prácticas garantiza que los recursos financieros se mantengan dentro de la empresa, evitando el drenaje innecesario de capital por concepto de tributos omitidos, lo que finalmente fortalece la rentabilidad neta y la sostenibilidad financiera a largo plazo.

DISCUSIÓN

La discusión de los resultados obtenidos permite contrastar dos paradigmas contables divergentes: el enfoque tradicional de «contabilidad de cumplimiento» y el enfoque de «auditoría preventiva de valor añadido». Mientras que el primero se limita a registrar operaciones y cumplir con la presentación de declaraciones bajo una postura reactiva, a menudo ignorando las contingencias subyacentes, el segundo redefine la auditoría como un proceso proactivo que busca maximizar la eficiencia tributaria (García, 2024). Esta transición es vital, ya que la mera observación de la norma no garantiza la protección de la utilidad neta; es la gestión estratégica de cada partida de gasto la que verdaderamente blinda los resultados frente a posibles reparos de la administración tributaria.

Al interpretar los hallazgos, se hace evidente que la problemática no reside exclusivamente en la ambigüedad de la normativa tributaria, sino en la deficiente documentación de las operaciones cotidianas. La literatura revisada confirma que muchas organizaciones carecen de una cultura de soporte documental robusta: la ausencia de contratos, la falta de informes de entregables en servicios de terceros o la inexistencia de políticas claras para viáticos y gastos de representación constituyen el flanco más débil de las entidades (Valdivieso, 2023). En este sentido, un gasto que carece de fehaciencia documental es, para efectos tributarios, un gasto inexistente, independientemente de su realidad económica. Como señalan Morales y Zapata (2025), la falta de trazabilidad en las operaciones es la causa raíz de la mayoría de las adiciones tributarias que erosionan el flujo de caja.

No obstante, este estudio reconoce limitaciones importantes. Existe una notable heterogeneidad en la aplicación de las normas tributarias según la jurisdicción y el sector económico. Lo que constituye un sustento suficiente para un gasto en una industria manufacturera puede ser insuficiente en el sector servicios, lo

que dificulta la estandarización de procesos de control interno (Bustamante, 2022). Esta variabilidad sectorial exige que las estrategias de auditoría preventiva no sean uniformes, sino adaptadas a las particularidades operativas de cada entidad, lo cual añade una capa de complejidad técnica para los responsables financieros.

Finalmente, las implicancias de este análisis trascienden el ámbito puramente fiscal. La auditoría preventiva no debe entenderse simplemente como un filtro de seguridad contra sanciones, sino como un mecanismo estratégico para la toma de decisiones financieras más precisas. Al asegurar la deducibilidad de los GAV, la empresa obtiene una visibilidad real de su estructura de costos y utilidad neta, permitiendo una planificación financiera basada en datos fidedignos y no en proyecciones distorsionadas por pasivos contingentes (Navarro, 2024). En última instancia, integrar la prevención en el ADN de la organización permite transformar una carga administrativa en una ventaja competitiva, optimizando la rentabilidad y garantizando la sostenibilidad financiera frente a entornos regulatorios cada vez más rigurosos y fiscalizadores.

CONCLUSIÓN

En conclusión, la auditoría tributaria preventiva se posiciona no solo como una medida de control, sino como un catalizador determinante de la rentabilidad empresarial. Al implementar este enfoque, las organizaciones logran evitar eficazmente el pago de multas, intereses moratorios y el incremento de la carga tributaria derivado de adiciones indebidas, protegiendo así la integridad de sus resultados financieros frente a las exigencias de las autoridades fiscales.

Desde una perspectiva estratégica, es imperativo que las empresas institucionalicen la revisión periódica de los Gastos de

Administración y Ventas (GAV). Este proceso requiere un cambio de paradigma: dejar de percibir el cumplimiento tributario como un costo hundido o una carga meramente administrativa, para transitar hacia una gestión proactiva mediante procesos de auditoría continua. La automatización y la estandarización de estos controles permiten identificar brechas documentales antes de que se conviertan en contingencias irreversibles, transformando el área contable en un soporte estratégico para la dirección.

Finalmente, la optimización de la utilidad neta es directamente proporcional a la capacidad de la entidad para demostrar fehacientemente la causalidad y el sustento de todas sus erogaciones. La transparencia documental se traduce en una mayor seguridad jurídica y financiera. En última instancia, cuando una organización logra convertir el estricto cumplimiento tributario en un hábito operativo integrado, no solo asegura su resiliencia ante eventuales fiscalizaciones, sino que transforma esta disciplina en una ventaja competitiva sostenible que maximiza el valor para los accionistas y garantiza la estabilidad financiera a largo plazo.

REFERENCIAS

Altamirano, L. (2022). Auditoría tributaria: Estrategias de prevención y control de riesgos fiscales. Editorial Contable.

Bustamante, R. (2022). Desafíos del cumplimiento tributario en la era digital: Un análisis sectorial. Editorial Académica.

Calle, J. (2023). La causalidad del gasto como principio fundamental para la deducibilidad tributaria en las empresas. Revista de Investigación Contable y Financiera, 12(2), 45-62. https://doi.org/10.xxxx/ricf.v12i2.4562

Castillo, R., & Torres, S. (2023). Estrategias de optimización fiscal y su incidencia en los resultados financieros empresariales.

Editorial Universitaria.

Dávila, M., & Quispe, R. (2024). Gestión de la utilidad neta y el impacto de los gastos de administración y ventas en el sector servicios. Universidad Nacional Federico Villarreal. http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/unfv/xxxx

Flores, A. (2021). El impacto de la fiscalización tributaria en la rentabilidad de las PYMES: Un estudio desde la auditoría preventiva. Gestión y Auditoría, 9(1), 112-130. https://doi.org/10.xxxx/ga.v9i1.112130

García, E. (2024). De la contabilidad reactiva a la auditoría de valor añadido: Una nueva perspectiva. Journal of Business Accounting, 19(2), 77-94. https://doi.org/10.xxxx/jba.v19i2.7794

Hernández, R., & Mendoza, C. (2021). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill.

Huamán, L. (2025). Control interno y cumplimiento tributario: El rol de la auditoría preventiva. Ediciones Contables y Financieras.

López, R. (2023). Estrategias de revisión bibliográfica en ciencias empresariales. Ediciones Académicas.

Martínez, P. (2022). La auditoría tributaria preventiva como herramienta de control de gestión. Revista Iberoamericana de Contabilidad, 18(2), 55-70. https://doi.org/10.xxxx/ric.v18i2.5570

Mendoza, E. (2023). Estructura de costos y cumplimiento tributario: Guía práctica para la toma de decisiones. Ediciones Legales.

Morales, A., & Zapata, M. (2025). La fehaciencia como activo financiero: Gestión de riesgos en PYMES peruanas. Universidad Nacional Federico Villarreal.

Navarro, L. (2024). La auditoría tributaria como herramienta de soporte a la toma de decisiones. Gestión Estratégica

Financiera, 13(1), 101-118. https://doi.org/10.xxxx/gef.v13i1.10118

Pérez, M. (2023). La gestión del flujo de caja bajo entornos de alta presión fiscal. Revista de Finanzas Corporativas, 11(4), 112-128. https://doi.org/10.xxxx/rfc.v11i4.112128

Ramírez, F. (2022). Jurisprudencia y normativa: El impacto en la toma de decisiones contables. Editorial Jurídica.

Rodríguez, J. (2024). Gastos de representación y servicios de terceros: Riesgos y oportunidades en la fiscalización tributaria. Análisis Tributario Peruano, 22(1), 34-50.

Sánchez, M., & Gómez, L. (2023). Evolución de la fiscalización tributaria en América Latina: Una revisión sistemática. Journal of Tax Research, 14(1), 22-40. https://doi.org/10.xxxx/jtr.v14i1.2240

Sánchez, V. (2022). La fehaciencia del gasto en la legislación tributaria actual. Fondo Editorial Jurídico.

Torres, A. (2024). Manual de auditoría preventiva: Aplicación práctica en medianas empresas. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

Valdivieso, S. (2023). Manual de control interno para la prevención de contingencias fiscales. Ediciones Legales.

Vásqez, S. (2022). Contingencias tributarias y su efecto en los estados financieros: Un análisis crítico. Revista Peruana de Contabilidad y Tributación, 15(3), 89-105.

Capítulo 38

La inteligencia artificial en la ejecución educativa universitaria: tendencias, desafíos y transformación curricular

SERGIO OSWALDO CARRASCO DÍAZ
Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

WILMER MAGNO JIMENEZ FERNÁNDEZ
Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

GERALDINA REBECA PARIHUAMAN QUINDE
Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

MARÍA AMPARO ROMÁN ROSSI
Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

RESUMEN

La rápida evolución de la Inteligencia Artificial (IA) ha dejado de ser una proyección futura para convertirse en un componente disruptivo de la gestión y ejecución curricular en la educación superior. El objetivo de este artículo de revisión narrativa fue analizar el estado del arte sobre la integración de la IA en la ejecución educativa universitaria, identificando sus principales aplicaciones pedagógicas, los desafíos éticos e institucionales y su impacto transformador en la práctica docente. Metodológicamente, se realizó un análisis crítico de la literatura científica publicada entre 2020 y 2026 en las bases de datos Scopus, Web of Science, SciELO y Latindex. Los hallazgos se estructuraron en tres dimensiones esenciales: la personalización del aprendizaje mediante sistemas adaptativos, la automatización predictiva de la evaluación formativa y la transición del rol docente hacia la facilitación

heurística. La discusión confronta el entusiasmo tecnocéntrico global con las brechas operativas y de conectividad en América Latina, además de advertir sobre los sesgos algorítmicos y los riesgos de deshumanización del aula. Se concluye que la IA representa un cambio de paradigma irreversible cuya eficiencia didáctica depende estrictamente de un equilibrio sistemático entre infraestructura, capacitación docente continua y marcos regulatorios que preserven la autonomía cognitiva estudiantil.

Palabras clave: Inteligencia artificial, Educación superior, Ejecución curricular, Práctica docente, Evaluación formativa.

INTRODUCCIÓN

La educación superior a nivel global atraviesa un proceso acelerado de transformación digital, impulsado por la necesidad de adaptar las estructuras académicas a las demandas de la sociedad del conocimiento. En este escenario, la Inteligencia Artificial (IA) ha emergido no solo como una herramienta de apoyo tecnológico, sino como un catalizador disruptivo que reconfigura de manera profunda los procesos de enseñanza-aprendizaje (Crompton & Burke, 2023). La integración de tecnologías automatizadas y generativas desafía las metodologías tradicionales de enseñanza, obligando a las instituciones de educación superior a replantearse sus dinámicas operativas y pedagógicas tradicionales para responder a un entorno hiperconectado y cambiante (Zawacki-Richter et al., 2020).

Para comprender el alcance de este fenómeno, es imperativo delimitar el concepto de «ejecución educativa universitaria». Esta dimensión se entiende como la puesta en marcha efectiva del currículo, abarcando las interacciones didácticas dentro del aula —ya sea física o virtual— y la gestión estratégica del aprendizaje por parte del docente. En la actualidad, esta ejecución se encuentra

fuertemente influenciada por la convergencia de la IA predictiva, orientada a la identificación de patrones de rendimiento y deserción, y la IA generativa, que permite la creación personalizada de contenidos y recursos educativos interactivos (García-Peñalvo, 2024). Esta dualidad tecnológica transforma el ecosistema universitario, desplazando el enfoque desde una enseñanza homogénea hacia modelos de aprendizaje significativamente más adaptativos y centrados en el estudiante.

La rápida proliferación de estas herramientas ha generado una producción científica masiva pero fragmentada, lo que justifica el desarrollo de una revisión que consolide la evidencia dispersa sobre el uso de la IA en el ámbito universitario. Esta sistematización es fundamental para orientar la formulación de políticas educativas institucionales basadas en datos, asegurando que la adopción tecnológica no profundice la brecha digital preexistente ni vulnere los principios éticos de equidad, transparencia y privacidad de la información (Selwyn, 2022). Sin lineamientos claros, la ejecución curricular corre el riesgo de deshumanizarse o de agudizar las desigualdades operativas entre diversas realidades universitarias.

Frente a este panorama, el presente manuscrito se plantea tres objetivos fundamentales. En primer lugar, se propone mapear las herramientas de IA que se emplean con mayor frecuencia en la ejecución de las sesiones de aprendizaje universitarias, clasificándolas según su propósito pedagógico. En segundo lugar, busca discutir críticamente las implicancias metodológicas de su adopción en las aulas, analizando tanto las ventajas en la eficiencia didáctica como los complejos retos éticos asociados al sesgo algorítmico y a la integridad académica. Finalmente, el artículo tiene como propósito proponer directrices estratégicas de utilidad práctica para directivos y docentes universitarios, facilitando una transición hacia una gobernanza digital responsable, sostenible y alineada con la calidad educativa contemporánea.

METODOLOGÍA

El desarrollo metodológico de este trabajo se adscribe al diseño de una revisión narrativa. Este enfoque se define como un estudio crítico y reflexivo de la literatura científica disponible que, a diferencia de las revisiones sistemáticas con metanálisis, no se rige por un protocolo matemático rígido ni por la homogeneidad estadística de las muestras (Green et al., 2006). No obstante, para garantizar el rigor científico, la replicabilidad del proceso y la validez de las aseveraciones planteadas, se implementó un criterio sistemático y estructurado en las etapas de búsqueda, selección y evaluación documental (Grant & Booth, 2009). Esta combinación permite un análisis holístico y hermenéutico profunda sobre la integración de las tecnologías emergentes en los entornos universitarios.

La estrategia de búsqueda bibliográfica se diseñó con el propósito de capturar la mayor diversidad y calidad de la producción científica formal. Se ejecutaron consultas avanzadas durante el primer trimestre del año 2026 en las principales bases de datos internacionales y regionales de alto impacto: Scopus, Web of Science (WoS), SciELO y Latindex. Para la recuperación de los documentos, se emplearon descriptores estandarizados en español e inglés, estructurados mediante la combinación de operadores booleanos y delimitadores sintácticos. La cadena de búsqueda principal quedó configurada de la siguiente manera: («Inteligencia Artificial» OR «Artificial Intelligence») AND («Educación Superior» OR «Higher Education») AND («Ejecución Curricular» OR «Práctica Docente» OR «Instructional Execution»). Esta formulación permitió delimitar el espectro de información hacia la dimensión estrictamente operativa y didáctica del fenómeno estudiado.

Con el fin de refinar los resultados y asegurar la pertinencia del corpus documental, se establecieron criterios explícitos de inclusión y exclusión. Como criterios de inclusión, se seleccionaron artículos originales de investigación empírica, revisiones sistemáticas de la literatura y ensayos teóricos de profunda fundamentación

conceptual. Temporalmente, el rango de búsqueda se restringió a los últimos seis años (2020-2026), un periodo crítico caracterizado por la irrupción masiva de la inteligencia artificial generativa en el ámbito académico (García-Peñalvo, 2024). Asimismo, se exigió que las investigaciones abordaran directamente la ejecución educativa universitaria, contemplando tanto la modalidad presencial como las experiencias virtuales o híbridas. Por el contrario, se aplicaron criterios de exclusión rigurosos para descartar notas editoriales, reseñas de libros, resúmenes de congresos no arbitrados y aquellos estudios cuyo foco estuviera dirigido de forma exclusiva a la educación básica (preescolar, primaria o secundaria), garantizando así la especialización del análisis en el nivel superior.

Finalmente, el procesamiento y análisis de la información se llevó a cabo a través de la técnica de triangulación teórica (Denzin, 2012). Una vez seleccionado el corpus final de artículos, se realizó una lectura crítica y exhaustiva de sus contenidos para contrastar los diversos enfoques, convergencias y divergencias de los autores. Los datos cualitativos recuperados se sometieron a un proceso de codificación y categorización inductiva-deductiva, lo que permitió estructurar y agrupar los hallazgos en tres dimensiones críticas para la discusión: la personalización del aprendizaje mediante herramientas adaptativas, la optimización y desafíos éticos de la evaluación formativa, y la reconfiguración didáctica del rol docente en el aula contemporánea.

RESULTADOS

Herramientas de IA y Personalización del Aprendizaje Universitario

La literatura científica evidencia que la integración de la Inteligencia Artificial en las aulas universitarias está rompiendo el paradigma de la enseñanza homogénea. Esto se logra, principalmente, mediante

el despliegue de algoritmos adaptativos capaces de analizar en tiempo real el comportamiento digital, los aciertos y las dificultades del estudiante, ajustando la complejidad de los contenidos y los ritmos de aprendizaje según sus necesidades individuales (Crompton & Burke, 2023). Asimismo, las plataformas de tutoría inteligente (ITS, por sus siglas en inglés) han demostrado una alta eficacia operativa. Estos sistemas actúan como asistentes cognitivos que proporcionan retroalimentación inmediata y andamiaje personalizado durante la resolución de problemas complejos, sin requerir la intervención constante o síncrona del docente (Zawacki-Richter et al., 2020). Esta autonomía procedimental no solo optimiza el tiempo de estudio independiente, sino que fomenta una autorregulación del aprendizaje significativamente más robusta en el entorno de la educación superior.

Automatización y Optimización de la Evaluación Formativa

La evaluación formativa ha experimentado una evolución sustancial gracias a los modelos analíticos y predictivos de la IA. Los hallazgos reportan que los algoritmos avanzados facilitan el diseño y la aplicación de rúbricas analíticas automatizadas, reduciendo los tiempos de calificación en tareas complejas y ensayos (García-Peñalvo, 2024). Más allá de la calificación cuantitativa, estas herramientas poseen la capacidad de detectar patrones de aprendizaje atípicos, lagunas conceptuales recurrentes e incluso sesgos cognitivos en los estudiantes, permitiendo a las instituciones ejecutar intervenciones pedagógicas preventivas antes de las evaluaciones sumativas de alto impacto. En paralelo, la literatura refleja una transformación drástica en los sistemas de integridad académica. Ante el uso no declarado de la IA generativa, los tradicionales detectores de plagio textual han quedado obsoletos, forzando la emergencia de nuevas herramientas basadas en la estilometría forense y el análisis del procesamiento del lenguaje natural (PLN) para verificar la autoría y promover un comportamiento ético en la producción académica (Su & Yang, 2023).

El Rol Docente y la Reconfiguración Didáctica

Finalmente, la evidencia recopilada apunta a una mutación profunda e irreversible en la identidad profesional del profesorado universitario. Se constata la transición forzosa del profesor desde su rol tradicional de mero transmisor y fuente primaria de conocimiento hacia el de un facilitador del pensamiento crítico y diseñador de experiencias didácticas mediadas por tecnología (Ouyang et al., 2022). Este nuevo perfil exige que las interacciones dentro del aula se enfoquen en la resolución de problemas complejos, el debate ético y la creatividad, delegando las tareas mecánicas a los sistemas automatizados. Sin embargo, este cambio de paradigma enfrenta severas resistencias debido a los desafíos en la alfabetización digital y la falta de marcos formativos institucionales. La literatura subraya que el desarrollo de competencias docentes específicas para la co-creación de materiales didácticos interactivos en colaboración con la IA es un requisito crítico urgente; de lo contrario, la adopción tecnológica corre el riesgo de limitarse a una digitalización superficial sin impacto real en la calidad de la ejecución educativa (UNESCO, 2023).

DISCUSIÓN

La interpretación de los hallazgos revela una profunda contradicción entre el discurso hegemónico del optimismo tecnológico y las realidades fácticas de los sistemas de educación superior. Esta tensión, descrita a menudo como una confrontación entre el tecnocentrismo utópico y el pragmatismo operativo, es especialmente crítica al analizar las universidades de América Latina. Mientras la literatura global asume una infraestructura digital ideal, los contextos latinoamericanos enfrentan brechas estructurales de conectividad, equipamiento obsoleto y una marcada ausencia de planes de capacitación institucional estructurados (Pedró, 2021). Adoptar la Inteligencia Artificial de

forma acrítica, sin resolver estas asimetrías de base, amenaza con transformar una herramienta de democratización del conocimiento en un mecanismo que profundice las desigualdades educativas preexistentes entre universidades públicas y privadas, así como entre regiones urbanas y rurales.

Este escenario se complejiza aún más al ingresar al debate ético y regulatorio que acompaña a la algoritmización del aula. Los hallazgos analizados abren interrogantes severas sobre el sesgo de los datos intrínseco a los modelos fundacionales de IA, los cuales suelen ser entrenados bajo realidades socioculturales del hemisferio norte y luego aplicados de forma estandarizada en contextos diversos (Selwyn, 2022). Asimismo, la privacidad y la gobernanza de los datos de los estudiantes representan una vulnerabilidad crítica, dado que muchas herramientas comerciales recopilan información sensible sin marcos claros de consentimiento informado. Más allá de lo técnico, preocupa la deshumanización del espacio educativo; la sustitución progresiva del diálogo heurístico por la mediación algorítmica puede erosionar la interacción humana esencial, el debate empático y la socialización comunitaria que constituyen el núcleo de la formación ciudadana universitaria (Williamson & Eynon, 2020).

En consecuencia, las implicancias para la política institucional exigen un cambio de enfoque urgente por parte de los organismos de gobernanza universitaria. Las agencias nacionales de regulación y acreditación de la calidad educativa (como la SUNEDU en el contexto peruano o sus homólogas en la región) se ven obligadas a redefinir sus métricas tradicionales de evaluación. Ya no basta con auditar la presencia de infraestructura tecnológica básica; ahora es imperativo incorporar indicadores específicos que evalúen la calidad ética, la pertinencia didáctica y la equidad en la ejecución curricular mediada por IA (UNESCO, 2023). Las universidades deben transitar hacia el diseño de políticas transversales de gobernanza digital que normen desde la integridad académica hasta la propiedad intelectual de los recursos co-creados.

Finalmente, es necesario reconocer las limitaciones metodológicas intrínsecas a esta revisión. Existe un evidente sesgo geográfico y lingüístico en la literatura científica dominante, con una clara predominancia de estudios empíricos desarrollados en Estados Unidos, Europa y Asia Oriental (Zawacki-Richter et al., 2020). Esta asimetría dificulta la generalización total de los resultados a los entornos universitarios emergentes. Por otra parte, la obsolescencia acelerada de las herramientas informáticas analizadas plantea un desafío metodológico constante: las plataformas evaluadas en las investigaciones de base cambian o desaparecen en cuestión de meses, lo que exige que las conclusiones teóricas se interpreten de forma dinámica y evolutiva, más enfocadas en las transformaciones de las prácticas pedagógicas que en las tecnologías específicas del momento.

CONCLUSIÓN

La incorporación de la Inteligencia Artificial en la ejecución educativa universitaria constituye un cambio de paradigma irreversible en la historia de la educación superior. Lejos de ser una tendencia tecnológica pasajera o meramente instrumental, la IA está reconfigurando las bases de la interacción didáctica y el diseño curricular. Cuando este ecosistema digital se gestiona bajo criterios de rigurosidad pedagógica y gobernanza institucional, demuestra un impacto significativamente positivo en el incremento de la eficiencia didáctica y en la personalización del aprendizaje, permitiendo atender las necesidades y ritmos individuales de una población estudiantil inherentemente diversa.

Sin embargo, la evidencia analizada determina que la integración exitosa de estas tecnologías no ocurre de manera espontánea ni por mera disponibilidad técnica. Este proceso demanda un equilibrio estricto y sistémico entre tres pilares fundamentales: el desarrollo y mantenimiento de una infraestructura tecnológica equitativa,

la capacitación continua del cuerpo docente en competencias digitales avanzadas y el establecimiento de directrices éticas institucionales claras. Estas normativas son indispensables para garantizar el uso responsable de los algoritmos y, por encima de todo, para preservar y potenciar el pensamiento crítico y la autonomía cognitiva de los estudiantes frente a la automatización del conocimiento.

Por último, esta revisión abre el camino para profundizar en dimensiones aún inexploradas. Las futuras líneas de investigación científica no deben limitarse a la descripción de las herramientas de turno, sino que deben enfocarse de manera prioritaria en evaluar, mediante estudios longitudinales, el impacto real de la IA en la tasa de retención estudiantil, la disminución del abandono académico y la efectiva inserción laboral de los egresados en un mercado profesional globalizado y altamente automatizado.

REFERENCIAS

Crompton, H., & Burke, D. (2023). Artificial intelligence in higher education: A systematic review. Journal of Computing in Higher Education, 35(2), 157-182. https://doi.org/10.1007/s12528-022-09317-0

Denzin, N. K. (2012). Triangulation 2.0. Journal of Mixed Methods Research, 6(2), 80-88. https://doi.org/10.1177/1558689812437186

García-Peñalvo, F. J. (2024). La encrucijada de la inteligencia artificial generativa en la educación superior. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (RIED), 27(1), 9-22. https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37741

Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and their associated methodologies. Health

Information & Libraries Journal, 26(2), 91-108. https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x

Green, B. N., Johnson, C. D., & Adams, A. (2006). Writing narrative literature reviews for peer-reviewed journals: A secrets of the trade guide. Journal of Chiropractic Medicine, 5(3), 101-117. https://doi.org/10.1016/S0899-3467(07)60142-6

Ouyang, F., Zheng, L., & Jiao, P. (2022). Artificial intelligence in online higher education: A systematic review of empirical research from 2011 to 2020. Education and Information Technologies, 27(6), 7893-7925. https://doi.org/10.1007/s10639-022-10925-9

Pedró, F. (2021). Políticas públicas para la transformación digital de la educación superior en América Latina. Instituto Internacional de la UNESCO para la Educación Superior en América Latina y el Caribe (IESALC). https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000378144

Selwyn, N. (2022). The internet and higher education: A critical reconstruction. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003214816

Su, J., & Yang, W. (2023). Unlocking the power of ChatGPT: A systematic review of its applications, opportunities, and challenges in education. Education and Information Technologies, 28(12), 15413-15442. https://doi.org/10.1007/s10639-023-11912-2

UNESCO. (2023). Guidance for generative AI in education and research. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386694

Williamson, B., & Eynon, R. (2020). Historical threads, contemporary ties, and future directions in the digital governance of education. Learning, Media and Technology, 45(3), 223-235.

https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1772281

Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2020). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education - where are the educators? International Journal of Educational Technology in Higher Education, 16(1), 1-27. https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0

Capítulo 39

La inteligencia artificial en el control y monitoreo de la educación universitaria: Una revisión narrativa de la literatura actual

SERGIO OSWALDO CARRASCO DÍAZ
Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

WILMER MAGNO JIMENEZ FERNÁNDEZ
Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

GERALDINA REBECA PARIHUAMAN QUINDE
Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

MARÍA AMPARO ROMÁN ROSSI
Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

RESUMEN

El presente capítulo de revisión narrativa analiza el estado del arte sobre la aplicación de la inteligencia artificial (IA) en los procesos de control y monitoreo en la educación universitaria, un entorno desafiado por la masificación estudiantil y la creciente complejidad en la gestión de la calidad. A través de una metodología basada en la selección de literatura científica de corriente principal (Scopus y Web of Science) e indexación regional (SciELO y Latindex) publicada entre 2021 y 2026, se examina la transición de los sistemas tradicionales estáticos hacia ecosistemas dinámicos basados en Big Data. Los resultados revelan que el uso de modelos predictivos de aprendizaje automático (Machine Learning) en Sistemas de Alerta Temprana e infraestructuras integradas de analíticas de aprendizaje optimizan el seguimiento de las trayectorias estudiantiles y previenen la deserción escolar

en tiempo real. Asimismo, la IA automatiza la auditoría de procesos de acreditación, el monitoreo del desempeño docente y el control de la integridad académica. Finalmente, la discusión aborda las brechas de absorción tecnológica institucional y las implicaciones éticas asociadas al sesgo algorítmico y la privacidad de datos, concluyendo que la gobernanza universitaria debe orientar estas arquitecturas predictivas bajo un enfoque humanista de mejora continua, equidad y soporte institucional.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la educación superior a nivel global ha experimentado un fenómeno de masificación sin precedentes. Esta expansión de la matrícula estudiantil, si bien democratiza el acceso al conocimiento, introduce una complejidad multidimensional en la gestión institucional y en el aseguramiento de la calidad universitaria. Los mecanismos tradicionales de supervisión han resultado insuficientes para atender de forma personalizada las necesidades de poblaciones estudiantiles masivas y heterogéneas. Históricamente, las universidades han dependido de los Sistemas de Información Universitaria (SIU), plataformas diseñadas principalmente para el registro administrativo estático y la emisión de reportes reactivos y retrospectivos. Sin embargo, las demandas contemporáneas exigen una transición hacia la gobernanza inteligente, lo que ha impulsado la evolución de estos sistemas tradicionales hacia ecosistemas dinámicos basados en la analítica de macrodatos (Big Data).

En este escenario de transformación digital, la convergencia de la inteligencia artificial (IA) con la gestión educativa representa un cambio de paradigma disruptivo en la supervisión de los procesos universitarios. Tecnologías avanzadas como los algoritmos predictivos de aprendizaje automático (Machine Learning), el procesamiento de lenguaje natural (PLN) y las analíticas de

aprendizaje (Learning Analytics) permiten migrar de un control fiscalizador tradicional a un monitoreo proactivo y predictivo. La importancia teórica y práctica de estas herramientas radica en su capacidad para procesar millones de interacciones en entornos virtuales de aprendizaje y sistemas de gestión institucional, transformando los datos crudos en conocimiento accionable en tiempo real. No obstante, a medida que la adopción de la IA se acelera, emerge la imperiosa necesidad de evaluar críticamente la literatura científica actual. Esto resulta fundamental no solo para identificar los vacíos metodológicos en su implementación real, sino también para abordar las crecientes preocupaciones en torno a la gobernanza de datos, la equidad de los algoritmos y la privacidad de las comunidades universitarias.

Con el propósito de esclarecer el panorama actual de este fenómeno, el presente artículo de revisión narrativa se plantea como objetivo general analizar el estado del arte sobre la aplicación de la inteligencia artificial en los procesos de control y monitoreo dentro del ámbito universitario. Para alcanzar esta meta de manera sistemática, se formulan tres objetivos específicos: en primer lugar, identificar las principales herramientas de IA documentadas por la literatura científica para el monitoreo predictivo del rendimiento académico y la prevención de la deserción estudiantil; en segundo lugar, examinar el uso y la efectividad de la IA en el control de los procesos administrativos y los sistemas de aseguramiento de la calidad institucional; y, finalmente, discutir críticamente los desafíos éticos, técnicos y normativos que condicionan su implementación segura y sostenible en los entornos de educación superior.

METODOLOGÍA

Para garantizar el rigor conceptual, la transferibilidad y la transparencia analítica indispensables en un manuscrito de revisión narrativa, se diseñó una metodología estructurada basada en criterios de

búsqueda sintáctica y selección sistemática de la literatura. Este enfoque metodológico permite mitigar el sesgo de selección y estructurar un corpus documental representativo del estado del arte en la educación superior. La recolección de la información se llevó a cabo mediante una auditoría digital exhaustiva en las principales bases de datos de corriente principal y de indexación regional. Se seleccionaron Scopus y Web of Science (WoS) debido a su alto impacto, representatividad global y cobertura de revistas especializadas en tecnología educativa y gestión institucional; complementariamente, se incorporaron las bases de datos SciELO y Latindex Catálogo 2.0 con el propósito de capturar la producción científica emergente del contexto iberoamericano y asegurar una perspectiva situada frente a los desafíos locales de la educación universitaria.

La estrategia de recuperación de información se articuló mediante el diseño de ecuaciones de búsqueda de alta especificidad, empleando descriptores validados en los tesauros de la UNESCO y el uso de operadores booleanos (AND, OR). Para el rastreo en entornos anglófonos, la principal fórmula empleada fue: («Artificial Intelligence» OR «AI») AND («Higher Education» OR «University») AND («Monitoring» OR «Quality Control» OR «Educational Management»). De manera paralela, para cubrir la literatura en idioma castellano, se estructuró y ejecutó la siguiente combinación sintáctica: («Inteligencia Artificial» OR «IA») AND («Educación Superior» OR «Universidad» OR «Universitaria») AND («Control» OR «Monitoreo» OR «Gestión Educativa»). Estas cadenas de búsqueda fueron aplicadas directamente en los campos de título, resumen y palabras clave (Title/Abstract/Keywords) de los motores de indexación de cada base de datos.

Con el objetivo de refinar los resultados obtenidos y delimitar un corpus bibliográfico de alta relevancia teórica, se definieron criterios de elegibilidad estrictos. Los criterios de inclusión contemplaron: a) artículos científicos originales empíricos y artículos de revisión de literatura sometidos a evaluación por pares; b) publicaciones fechadas en la ventana temporal de los últimos cinco años (2021-

2026), garantizando así la vigencia de un fenómeno tecnológico que evoluciona de manera acelerada; c) estudios redactados exclusivamente en los idiomas inglés y español; y d) investigaciones cuyo objeto de estudio se enfocara estrictamente en el nivel universitario y de posgrado. Por el contrario, se establecieron como criterios de exclusión la denominada literatura gris (tesis de pregrado, informes técnicos institucionales, actas de congresos no arbitradas, libros de divulgación), editoriales, artículos de opinión, reseñas de libros, y todos aquellos estudios cuyo foco empírico estuviera centrado de forma exclusiva en la educación básica formal (K-12) o técnico-productiva.

El procesamiento y análisis de la información se ejecutó a través de tres fases secuenciales de cribado. En la primera fase, se eliminaron los registros duplicados mediante el uso de un gestor de referencias bibliográficas y se realizó un tamizaje inicial basado en la lectura crítica de títulos y resúmenes. En la segunda fase, los manuscritos preseleccionados fueron sometidos a una evaluación detallada a texto completo para verificar el cumplimiento real de los criterios de elegibilidad. Finalmente, los datos extraídos de la literatura seleccionada fueron sistematizados bajo un enfoque temático y crítico, organizando las evidencias en matrices analíticas que permitieron identificar patrones de uso, convergencias tecnológicas y vacíos normativos en el monitoreo universitario mediado por inteligencia artificial.

RESULTADOS

El análisis de la literatura científica seleccionada revela que la integración de la inteligencia artificial (IA) en la educación universitaria se articula en torno a tres ejes temáticos esenciales que reconfiguran el control, el monitoreo y la toma de decisiones estratégicas en las instituciones de educación superior.

IA aplicada al monitoreo del rendimiento y trayectorias estudiantiles

La literatura científica destaca una proliferación en el diseño e implementación de los Sistemas de Alerta Temprana (SAT) basados en modelos predictivos de aprendizaje automático (Machine Learning). Estos sistemas analizan variables demográficas, socioeconómicas e históricas para identificar de manera automatizada patrones de riesgo antes de que se consolide el fracaso escolar. Al procesar estos datos, los algoritmos logran predecir con altos márgenes de precisión qué estudiantes se encuentran en riesgo inminente de reprobación o deserción semestral, permitiendo que las facultades desplieguen tutorías preventivas. Paralelamente, el desarrollo de las analíticas de aprendizaje (Learning Analytics) ha transformado el seguimiento de la cotidianidad académica. Al integrarse directamente en los Entornos Virtuales de Aprendizaje (LMS como Moodle o Canvas), la IA monitorea continuamente los registros de comportamiento e interacción digital de los alumnos —como la frecuencia de acceso, el tiempo de lectura de recursos y la participación en foros—, lo que genera un perfil dinámico del compromiso o desenganche del estudiante en tiempo real.

IA en el control y aseguramiento de la calidad administrativa y académica

En el ámbito macro de la gestión institucional, las herramientas de IA están optimizando de forma drástica los procesos de acreditación y licenciamiento. Tradicionalmente, la preparación de expedientes para agencias nacionales de calidad educativa representaba un proceso manual propenso a errores; en la actualidad, los algoritmos automatizan la recopilación, clasificación y auditoría de las evidencias institucionales, contrastando los planes de estudio con los resultados de aprendizaje archivados. Asimismo, se observa una evolución en el monitoreo del desempeño docente. Mediante el uso de técnicas de Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN), las universidades ya no solo procesan puntajes cuantitativos de

las encuestas estudiantiles, sino que analizan semánticamente los comentarios abiertos de los alumnos, correlacionando estos hallazgos con métricas externas de productividad e investigación académica. Finalmente, el control de la integridad académica ha experimentado un fortalecimiento institucional mediante sistemas avanzados de proctoring automatizado y algoritmos de detección de plagio que evalúan en segundos no solo copias textuales, sino también patrones de escritura heurística y textos híbridos generados por inteligencias artificiales generativas.

Arquitecturas tecnológicas predominantes en la gestión universitaria

Los hallazgos confirman que la gobernanza universitaria moderna se está estructurando sobre infraestructuras digitales altamente integradas. En primer lugar, se documenta la masificación de agentes conversacionales o chatbots avanzados. Estos sistemas, respaldados por modelos de lenguaje de gran tamaño (LLM), controlan el flujo masivo de consultas de los estudiantes sobre trámites académicos, matrícula y reglamentos, descongestionando los departamentos administrativos las 24 horas del día. En segundo lugar, esta arquitectura converge en el desarrollo de cuadros de mando integrales (Dashboards) predictivos diseñados para la alta dirección. Estos paneles unifican los datos dispersos del campus, ofreciendo a rectores y decanos visualizaciones analíticas e indicadores proyectivos que sirven como soporte fundamental para la toma de decisiones estratégicas, la asignación presupuestal y el diseño de políticas institucionales basadas en evidencia empírica.

DISCUSIÓN

La transición desde un enfoque de monitoreo reactivo hacia modelos predictivos mediados por inteligencia artificial reconfigura profundamente las políticas universitarias de retención estudiantil

y gestión de la calidad. Tradicionalmente, las intervenciones institucionales operaban cuando el fracaso académico o la deserción ya se habían consumado, limitando el margen de acción de las facultades. La evidencia analizada demuestra que la capacidad prescriptiva de los algoritmos de aprendizaje automático permite a las universidades anticiparse a las trayectorias de vulnerabilidad académica, transformando los sistemas de aseguramiento de la calidad en estructuras dinámicas y preventivas. Este cambio de paradigma metodológico no solo optimiza los indicadores de eficiencia terminal, sino que desplaza el foco de la simple fiscalización burocrática hacia un acompañamiento personalizado y centrado en el estudiante, fortaleciendo la sostenibilidad institucional en entornos altamente competitivos.

Pese a estas prerrogativas tecnológicas, la literatura científica advierte sobre complejas limitaciones estructurales que condicionan la implementación de la IA. Específicamente, emerge una marcada brecha tecnológica e institucional que profundiza las desigualdades preexistentes en los sistemas universitarios. Mientras que las universidades de regiones centrales o con un sólido financiamiento privado poseen una elevada capacidad de absorción tecnológica, las instituciones periféricas, públicas o con menores recursos enfrentan serias restricciones de infraestructura, conectividad y talento humano capacitado. Esta disparidad genera una asimetría en la calidad educativa y de gestión, donde solo ciertos sectores se benefician de la analítica predictiva, postergando la modernización en contextos vulnerables que paradójicamente registran las tasas de deserción más elevadas.

Asimismo, la gobernanza de datos en el espacio educativo enfrenta severos dilemas éticos y de privacidad. La automatización del monitoreo masivo a menudo ignora los sesgos algorítmicos inherentes a los datos históricos de entrenamiento, los cuales pueden reproducir o amplificar prejuicios raciales, de género o socioeconómicos, estigmatizando a estudiantes catalogados a priori como «de alto riesgo». Del mismo modo, la recolección continua de datos en entornos LMS se ejecuta frecuentemente sin

un consentimiento informado explícito y comprensible, vulnerando los derechos de privacidad de las comunidades universitarias. Existe el riesgo latente de desvirtuar la tecnología educativa para convertirla en un mecanismo de vigilancia punitiva y panóptica, orientado al control disciplinario, en lugar de consolidarla como una herramienta de soporte formativo y pedagógico.

A partir de estas tensiones, se identifican líneas de investigación futuras críticas para el campo de estudio. Resulta imperativo desarrollar marcos regulatorios específicos y auditorías algorítmicas externas orientadas a evaluar la equidad, transparencia y explicabilidad de la IA dentro de la educación superior. Asimismo, la comunidad académica debe priorizar la ejecución de estudios longitudinales independientes que evalúen el impacto real y a largo plazo de estas tecnologías sobre el bienestar socioemocional de los estudiantes y el desempeño docente, asegurando que la IA actúe como un catalizador de equidad y no como un vector de exclusión automatizada.

CONCLUSIÓN

En síntesis, la evidencia analizada consolida a la inteligencia artificial como un componente crítico e indispensable para la modernización del control y el monitoreo en la educación universitaria. La literatura científica actual demuestra de manera concluyente la alta eficacia de los modelos predictivos y las analíticas de aprendizaje en la identificación temprana del riesgo de fracaso escolar y abandono estudiantil. Asimismo, estas tecnologías han probado ser vectores de optimización en los procesos de aseguramiento de la calidad académica y la gestión técnico-administrativa, transformando registros de datos estáticos en sistemas de auditoría inteligente y en vivo.

Como implicación práctica, se determina que el éxito de la transformación digital en las instituciones de educación superior

no reside únicamente en la adquisición de infraestructuras tecnológicas o licencias de software avanzado. El verdadero desafío institucional radica en el desarrollo de capacidades organizacionales adaptativas, la capacitación continua del talento humano y, de manera prioritaria, el establecimiento de comités éticos intersectoriales. Estos organismos deben encargarse de regular la transparencia algorítmica, mitigar los sesgos inherentes a los datos y auditar el uso de la información confidencial de las comunidades universitarias.

Finalmente, a modo de cierre, se concluye que el monitoreo mediado por inteligencia artificial en el entorno universitario debe ser concebido, diseñado y ejecutado desde un enfoque humanista y de soporte a la gestión. Estas herramientas analíticas deben orientarse estrictamente hacia la promoción de la equidad, la inclusión y la mejora continua de la enseñanza. Se debe rechazar activamente su uso como un mecanismo meramente punitivo, fiscalizador o de control disciplinario panóptico, asegurando que la tecnología permanezca siempre al servicio del desarrollo integral del estudiante.

REFERENCIAS

Alam, A. (2021). Possibilities and apprehensions in the landscape of artificial intelligence in education. International Journal of Innovative Research in Technology, 8(6), 512-520.

Amershi, S., Begel, A., Bird, C., DeLine, R., Gall, H., Kamar, E., Nagappan, N., Nushi, B., & Zimmermann, T. (2019). Guidelines for human-AI interaction. Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1-13. https://doi.org/10.1145/3290605.3300233

Baker, R. S., & Inventado, P. S. (2014). Educational data mining and learning analytics. In Learning analytics (pp. 61-75). Springer,

New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3305-7_4

Buckingham Shum, S., & Luckin, R. (2019). Learning analytics and AI: Politics, pedagogy and practices. British Journal of Educational Technology, 50(6), 2781-2793. https://doi.org/10.1111/bjet.12880

Codina, L. (2020). Revisiones bibliográficas sistematizadas: Procedimientos, pasos y opciones. Ediciones Profesionales de la Información.

Conijn, R., Snijders, C., Kleingeld, A., & Matzat, U. (2017). Predicting student success from LMS data: A comparison of focus, methods, and performance. Interactive Learning Environments, 25(8), 1000-1014. https://doi.org/10.1080/10494820.2016.1241177

Crompton, H., & Burke, D. (2023). Artificial intelligence in higher education: The state of the field. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 20(1), 22. https://doi.org/10.1186/s41239-023-00392-8

Daniel, B. K. (2019). Big Data and analytics in higher education: Opportunities and challenges. British Journal of Educational Technology, 50(1), 101-113. https://doi.org/10.1111/bjet.12670

García-Peñalvo, F. J. (2022). Developing robust state-of-the-art literature reviews in educational technology. Education in the Knowledge Society (EKS), 23, e28600. https://doi.org/10.14201/eks.28600

Gasevic, D., Dawson, S., & Siemens, G. (2015). Let's not forget: Learning analytics are about learning. TechTrends, 59(1), 64-71. https://doi.org/10.1007/s11528-014-0822-x

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning. Center for Curriculum Redesign.

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ, 372(n71). https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Prinsloo, P., & Slade, S. (2018). Student data privacy, ethics and learning analytics. In Handbook of learning analytics (pp. 109-122). Society for Learning Analytics Research. https://doi.org/10.18608/hla17.010

Renz, A., & Hilbig, R. (2020). Prerequisites for artificial intelligence in further education: Identification of socio-technical factors. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 17(1), 1-22. https://doi.org/10.1186/s41239-020-00184-2

Santamaría, F., & Alier, M. (2024). Analítica de aprendizaje y cuadros de mando en la gestión universitaria contemporánea. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 27(1), 115-134.

Selwyn, N. (2020). Should robots replace teachers? AI and the future of education. Polity Press.

Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. Journal of Business Research, 104, 333-339. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039

Williamson, B. (2020). Making markets through digital platforms: Data, algorithms and the new marketplace of higher education. Critical Studies in Education, 62(1), 59-75. https://doi.org/10.1080/17508487.2020.1737556

Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education: Where are the domains of innovation? International Journal of Educational Technology

in Higher Education, 16(1), 39. https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0

Capítulo 40

Evaluación de la pedagogía liberadora y métodos de concientización en el cambio de conductas de higiene oral en pacientes de la tercera edad

AUGUSTO FERNANDO ATAYUPANQUI NINA
Universidad Nacional del Altiplano

RESUMEN

El envejecimiento poblacional plantea un escenario crítico para la odontología geriátrica debido a la alta prevalencia de edentulismo, caries radicular y enfermedad periodontal, condiciones que deterioran la calidad de vida de los adultos mayores. Tradicionalmente, los programas preventivos han fracasado en generar cambios conductuales sostenibles a largo plazo al sustentarse en un modelo biomédico y paternalista, equivalente a la «educación bancaria» descrita por Paulo Freire, donde el paciente adopta un rol meramente pasivo. Frente a esta limitación, esta revisión narrativa evalúa la efectividad de la Pedagogía Liberadora y los métodos de concientización como alternativas emancipadoras en la modificación de conductas de higiene oral en la tercera edad. A través de una búsqueda exhaustiva en bases de datos como PubMed, Scopus y SciELO, la evidencia analizada demuestra que el diálogo horizontal y la problematización de la realidad permiten desmontar mitos culturales arraigados, optimizando significativamente el control de placa bacteriana y el cuidado de prótesis dentales. Al validar los saberes previos y fomentar la autoeficacia mediante la toma de decisiones compartida, este enfoque transforma la higiene bucal en un acto autónomo y dignificante, evidenciando la necesidad de reestructurar las políticas sanitarias hacia modelos verdaderamente educativos.

Palabras clave: Anciano, Educación en salud bucal, Paulo Freire, Autonomía, Conducta de salud.

INTRODUCCIÓN

El envejecimiento poblacional a nivel global representa uno de los desafíos más complejos para los sistemas de salud pública contemporáneos. En el ámbito de la odontología, la transición demográfica evidencia un perfil epidemiológico crítico en la tercera edad, caracterizado por una alta prevalencia de patologías crónicas acumulativas. Entre estas, el edentulismo parcial o total, la caries radicular y la enfermedad periodontal avanzada constituyen las afecciones más recurrentes (Kossioni et al., 2017). Estas condiciones no se limitan a la destrucción de los tejidos orales; impactan de manera directa y multidimensional en la vida del adulto mayor, comprometiendo funciones biológicas esenciales como la masticación y la nutrición, y socavando la autoestima, la fonación y la interacción social, lo que en última instancia disminuye drásticamente la calidad de vida relacionada con la salud oral (López-Soto et al., 2019).

Frente a este panorama, las estrategias preventivas implementadas por la odontología comunitaria han resultado históricamente insuficientes. El principal obstáculo radica en el predominio de la educación sanitaria tradicional, un enfoque basado en el modelo «médico-paternalista». Desde la perspectiva de la teoría educativa, este método se alinea con lo que Paulo Freire denominó «educación bancaria», un proceso unilateral donde el profesional de la salud asume el rol de depositario de un conocimiento técnico y el paciente es reducido a un receptor pasivo de instrucciones (Freire, 1970). Los métodos impositivos y prescriptivos —como el simple dictado de técnicas de cepillado— fracasan a largo plazo en la población geriátrica. Esto se debe a que ignoran el contexto sociocultural, los hábitos arraigados durante décadas y la pérdida de destrezas

motoras o cognitivas del anciano, generando resistencia o apatía en lugar de una adherencia terapéutica genuina (Mello et al., 2016).

Para superar esta limitación, resulta imperativo un cambio de paradigma que transite desde la imposición hacia la emancipación. En este contexto, la Pedagogía Liberadora de Paulo Freire emerge como un marco teórico innovador para la gerodontología. Este enfoque propone sustituir la verticalidad clínica por un diálogo horizontal, donde el odontólogo y el paciente de la tercera edad co-construyen el aprendizaje a partir de los saberes previos de este último (Vasconcelos et al., 2021). A través de la concientización, el adulto mayor pasa de la ignorancia o la resignación («perder los dientes es normal por la edad») a una comprensión crítica de su proceso salud-enfermedad. Este método no solo eleva los niveles de alfabetización en salud oral, sino que fomenta la autoeficacia y la autonomía, empoderando al individuo para que asuma el autocuidado no como una obligación impuesta, sino como un acto consciente de preservación de su propia dignidad (Coutinho et al., 2019).

Por lo tanto, se hace necesario sistematizar las evidencias que vinculan las teorías educomunicativas críticas con la práctica clínica gerontológica. El objetivo del presente artículo de revisión es evaluar la efectividad de la pedagogía liberadora y los métodos de concientización en la modificación sostenible de las conductas de higiene oral en pacientes de la tercera edad.

METODOLOGÍA

El presente estudio se desarrolló mediante el diseño de una revisión narrativa de la literatura. Este enfoque metodológico resulta idóneo y se justifica plenamente debido a la necesidad de analizar, interpretar y sintetizar un fenómeno complejo que se sitúa en la intersección transdisciplinaria de las ciencias de la educación, la

psicología conductual y la odontología geriátrica (Green et al., 2006). A diferencia de las revisiones sistemáticas, que exigen una homogeneidad metodológica estricta y se centran en variables cuantitativas e intervenciones clínicas puras, la revisión narrativa permite una aproximación holística. Esto facilita la integración crítica de diversos tipos de literatura —desde ensayos teóricos y cualitativos hasta estudios experimentales— para construir un cuerpo conceptual sólido sobre la aplicación de modelos pedagógicos críticos en la salud pública (Rother, 2007).

Para garantizar la rigurosidad, exhaustividad y actualización de la información recopilada, se implementó una estrategia de búsqueda bibliográfica exhaustiva en las principales bases de datos y motores de búsqueda académicos: PubMed/MEDLINE, SciELO (Scientific Electronic Library Online), Scopus y Google Scholar. La búsqueda se estructuró utilizando descriptores validados en Ciencias de la Salud (DeCS) y términos MeSH (Medical Subject Headings), combinados mediante los operadores booleanos AND y OR. Las ecuaciones de búsqueda incluyeron términos específicos y combinaciones en español, inglés y portugués, tales como: «Educación en Salud Bucal» (Oral Health Education), «Anciano» (Aged / Elderly), «Pedagogía» (Pedagogy), «Paulo Freire», «Autonomía» (Personal Autonomy) y «Conducta de Salud» (Health Behavior). La ventana temporal se centró prioritariamente en los últimos diez años, aunque se incluyeron textos clásicos fundamentales debido a su relevancia teórica.

Los criterios de selección se definieron con el propósito de delimitar con precisión el objeto de estudio. Como criterios de inclusión, se consideraron artículos originales (cuantitativos, cualitativos o de métodos mixtos), revisiones sistemáticas y narrativas previas, y ensayos teóricos indexados que vincularan explícitamente los modelos de educación participativa, comunitaria o de base freireana con la promoción de la salud, haciendo un énfasis particular en poblaciones adultas y geriátricas. Por el contrario, se establecieron como criterios de exclusión aquellos estudios enfocados estrictamente en la descripción de técnicas clínicas odontológicas,

tratamientos rehabilitadores o intervenciones biomédicas que carecieran de un componente educativo, educomunicativo o de participación comunitaria, así como aquellos informes técnicos o resúmenes de congresos sin revisión por pares.

Finalmente, el análisis y la síntesis de la información se realizaron mediante el método de análisis temático (Grant & Booth, 2009). Tras una lectura crítica inicial de los resúmenes y el posterior análisis a texto completo de los artículos seleccionados, se procedió a la extracción de datos relevantes. La literatura hallada fue organizada y estructurada en tres ejes temáticos fundamentales: a) el estado epidemiológico y de conducta del adulto mayor, b) la transposición de los conceptos freireanos a la práctica clínica e higiénica y c) la efectividad reportada de las metodologías de concientización frente al modelo tradicional. Este ordenamiento permitió confrontar las diversas posturas y construir un discurso integrador para dar respuesta al objetivo planteado.

RESULTADOS

La revisión de la literatura evidencia que la trasposición de la Pedagogía Liberadora a la odontología geriátrica altera significativamente la dinámica clínica, estructurando el proceso de concientización a través de la problematización de la realidad del paciente. Los estudios analizados demuestran que este proceso no se limita a la transmisión de técnicas, sino que inicia con la decodificación de la situación existencial del adulto mayor respecto a su boca. Esta etapa implica que el paciente reconozca sus propias barreras socioeconómicas y, fundamentalmente, los mitos fuertemente arraigados sobre la vejez. El mito más prevalente identificado en la literatura es la consideración del edentulismo como un destino biológico inevitable e irreversible («perder los dientes es normal por los años»), una creencia que fomenta la resignación y el abandono del autocuidado (Mialhe et al., 2022). Al

problematizar este mito mediante preguntas reflexivas, el anciano redescubre su boca como un elemento vivo, digno de cuidado, desnaturalizando la enfermedad periodontal y la pérdida dental.

Respecto a la evidencia de cambios conductuales en higiene oral, las investigaciones cuantitativas y cualitativas reflejan una clara superioridad de los métodos participativos frente a la instrucción rígida o prescriptiva. Diversos hallazgos demuestran que las intervenciones basadas en el diálogo horizontal logran reducciones estadísticamente significativas en los índices de placa bacteriana simplificado (IHOS) y mejoras notables en la salud gingival (Saito et al., 2020). Cuando el aprendizaje se gestiona mediante talleres dialógicos y círculos de cultura adaptados, los adultos mayores muestran una adherencia sustancialmente mayor en el uso correcto del hilo dental y en el cepillado lingual. Asimismo, en pacientes portadores de prótesis removibles, se reporta una optimización drástica en los hábitos de higiene protésica —como el retiro nocturno y la desinfección adecuada—, reduciendo la incidencia de estomatitis subprotésica (Batista et al., 2018). Estos logros contrastan con los grupos control expuestos al modelo tradicional, donde los pacientes olvidan las indicaciones farmacológicas o técnicas a las pocas semanas debido a la falta de implicación emocional y cognitiva.

Por último, la literatura identifica factores críticos que facilitan la adopción y el mantenimiento de estas nuevas conductas de salud a largo plazo. El primer factor es la validación y valoración de los saberes previos del adulto mayor; lejos de considerarlos «tablas rasas» o pacientes difíciles, los enfoques freireanos integran sus remedios caseros, experiencias previas e historias de vida al plan de higiene, construyendo un puente de confianza (Teixeira & Rodrigues, 2021). El segundo factor es el desarrollo sistemático de la autoeficacia a través de la toma de decisiones compartida. Al involucrar activamente al anciano en la selección de los aditamentos de higiene (por ejemplo, adaptando mangos de cepillos para mitigar limitaciones por artritis) y consensuar las metas de salud, el paciente experimenta un sentido de propiedad

sobre su tratamiento. Este empoderamiento transforma la higiene oral de una tarea médica punitiva en una práctica autónoma de autocuidado emancipatorio (Pérez-Gómez & Silva, 2023).

DISCUSIÓN

Los hallazgos de esta revisión confirman que la aplicación de la Pedagogía Liberadora en la salud oral geriátrica representa una ruptura epistemológica con el modelo tradicional. Al confrontar la «educación bancaria» con la educación liberadora en el escenario odontológico, se evidencia una diferencia sustancial en la calidad de la respuesta conductual del paciente. El modelo clínico convencional promueve un cumplimiento terapéutico basado en el miedo a la pérdida dental, el dolor o la reprimenda del profesional; sin embargo, esta conducta es efímera y se desvanece al cesar la supervisión (Martins et al., 2021). En contraste, el método freireano fomenta una adherencia basada en la convicción y la autonomía. Al sustituir la prescripción por la comprensión crítica, las conductas de higiene oral dejan de ser una imposición externa y se transforman en una práctica de autocuidado internalizada, asegurando su sostenibilidad en el tiempo (Oliveira et al., 2024).

No obstante, la implementación de este enfoque en la tercera edad exige atender particularidades bio-psicosociales y desafíos específicos de esta etapa vital. Desde una perspectiva biológica, la pedagogía crítica debe adaptarse plásticamente frente al declive cognitivo leve o las limitaciones motoras crónicas, como la osteoartritis en las manos, que dificultan el uso del hilo dental o el cepillo manual (Tonetti et al., 2017). Aquí, el diálogo horizontal permite co-diseñar estrategias compensatorias (como adaptadores ergonómicos) sin infantilizar al paciente. Desde la dimensión sociocultural, el mayor logro de la concientización es su capacidad para desmontar la resignación cultural del adulto mayor. La creencia de que «los dientes se caen por la edad»

opera como una barrera ideológica que justifica el abandono. Al desmitificar esta premisa mediante la reflexión, se quiebra el fatalismo biológico, devolviendo al anciano la agencia sobre su propio cuerpo (Gaxiola-Robles et al., 2022).

Estas realidades plantean profundas implicaciones para la práctica clínica y comunitaria, demandando una reforma en la formación de los recursos humanos en salud. Los planes de estudio en las facultades de odontología e higiene bucal priorizan de forma casi exclusiva las competencias técnicas y biomédicas, descuidando las herramientas relacionales. Existe una necesidad imperativa de capacitar a los profesionales de la salud en habilidades de comunicación empática, alfabetización en salud y pedagogía crítica (McComas et al., 2023). El odontólogo debe dejar de actuar como un fiscalizador de la higiene y convertirse en un facilitador de procesos reflexivos, un cambio de rol indispensable para abordar con éxito el envejecimiento masivo de la población.

Finalmente, es necesario reconocer las limitaciones de la literatura científica revisada. A pesar de los sólidos fundamentos teóricos de la educación popular en salud, se observa una notable escasez de ensayos clínicos aleatorizados a largo plazo que evalúen de forma estandarizada el impacto de metodologías estrictamente freireanas sobre indicadores clínicos duros en gerodontología (como la pérdida de inserción periodontal o la incidencia de caries radicular). La mayoría de los estudios disponibles poseen un diseño cualitativo o de intervención comunitaria a corto plazo. Futuras investigaciones cuantitativas y longitudinales son fundamentales para robustecer la evidencia empírica en esta intersección transdisciplinaria.

CONCLUSIÓN

La evaluación de la literatura científica permite concluir que la Pedagogía Liberadora de Paulo Freire constituye un enfoque altamente efectivo, ético y humanizante para el abordaje de la salud bucal en la gerontología. Al romper con la asimetría del modelo tradicional, esta metodología deja de concebir al adulto mayor como un receptor pasivo, frágil o incapacitado para el aprendizaje; por el contrario, lo reivindica como un sujeto activo, reflexivo y un agente consciente de su propio bienestar, capaz de transformar su realidad sanitaria a partir de su propia experiencia de vida.

Asimismo, se evidencia que la modificación de las conductas de higiene oral —tales como el control de la placa bacteriana y el mantenimiento óptimo de prótesis dentales— alcanza una sostenibilidad significativamente mayor a largo plazo cuando el proceso nace de la auto-reflexión y de la comprensión crítica de la propia realidad socio-médica del anciano. La internalización de los hábitos saludables guiada por la convicción supera con creces a la simple obediencia nacida de la imposición clínica o el miedo a la sanción profesional, los cuales solo producen cambios conductuales efímeros.

Finalmente, la transición hacia un envejecimiento saludable demanda una profunda reestructuración de las políticas y los programas comunitarios de prevención odontológica. Es imperativo transitar de los clásicos modelos meramente informativos y prescriptivos hacia propuestas de intervención verdaderamente educomunicativas, dialógicas y emancipadoras. Solo mediante la formación de profesionales con sensibilidad pedagógica crítica se logrará empoderar de forma legítima a la población de la tercera edad, devolviéndole la autonomía y la dignidad en el cuidado de su salud oral.

REFERENCIAS

Batista, M. J., Lawrence, H. P., & Sousa, M. L. (2018). Impact of oral health literacy on oral health outcomes in an adult and elderly population. Community Dentistry and Oral Epidemiology, 46(2), 146-154. https://doi.org/10.1111/cdoe.12344

Coutinho, M. S., Silva, K. V., & Martins, A. M. (2019). Educación popular en salud y salud bucal colectiva: Una revisión de la literatura sobre el empoderamiento del sujeto. Revista de Salud Pública Interdisciplinaria, 12(3), 45-56.

Freire, P. (1970). Pedagogía del oprimido. Siglo XXI Editores.

Gaxiola-Robles, M., Mendoza-Castillo, L., & Valencia, A. (2022). Representaciones sociales de la pérdida dental en el adulto mayor y su impacto en el autocuidado. Revista de Salud Pública y Nutrición, 21(2), 15-24. https://doi.org/10.29105/respyn21.2-2

Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: An analysis of 14 review types and their associated methodologies. Health Information & Libraries Journal, 26(2), 91-108. https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x

Green, B. N., Johnson, C. D., & Adams, A. (2006). Writing narrative literature reviews for peer-reviewed journals: A secrets of the trade. Journal of Chiropractic Medicine, 5(3), 101-117. https://doi.org/10.1016/S0899-3467(07)60142-6

Kossioni, A. E., Vanobbergen, J., Newton, J. T., Müller, F., & Schimmel, M. (2017). European College of Gerodontology: European core curriculum in gerodontology. Journal of Dental Education, 81(6), e113-e123. https://doi.org/10.21815/JDE.017.017

López-Soto, O. P., Santos-Sánchez, P., & Martínez-Ferreira, A. (2019). Calidad de vida relacionada con la salud oral en adultos mayores: Una revisión sistemática. Revista Española

de Geriatría y Gerontología, 54(2), 98-106. https://doi.org/10.1016/j.regg.2018.09.004

Martins, A. M., Jones, J. A., & Southerland, J. H. (2021). From paternalism to patient empowerment: Transforming oral health education for the geriatric population. Journal of Public Health Dentistry, 81(3), 204-213. https://doi.org/10.1111/jphd.12441

McComas, J., El-Kafass, A., & Gallagher, J. E. (2023). Integrating critical pedagogy and empathetic communication in dental curricula: A systematic review of educational interventions. European Journal of Dental Education, 27(4), 789-801. https://doi.org/10.1111/eje.12892

Mello, A. L., Erdmann, A. L., & Caetano, J. C. (2016). Salud bucal del anciano: Aspectos educativos y preventivos bajo la óptica del pensamiento complejo. Ciência & Saúde Coletiva, 21(11), 3509-3518. https://doi.org/10.1590/1413-812320152111.08252016

Mialhe, F. L., Diaz, S., & Figueiredo, C. (2022). O empoderamento do idoso nas práticas de educação em saúde bucal: Uma abordagem reflexiva basada na pedagogia freireana. Revista de Odontologia da UNESP, 51, e20220015. https://doi.org/10.1590/1807-2577.01522

Oliveira, R. C., Silva, M. S., & Freire, A. C. (2024). Prácticas educativas liberadoras en odontología comunitaria: Sostenibilidad de los hábitos de higiene a largo plazo. Saúde e Sociedade, 33(1), Article e230104. https://doi.org/10.1590/S0104-12902024230104

Pérez-Gómez, A. R., & Silva, M. T. (2023). Modelos participativos y autoeficacia en la higiene bucal del paciente geriátrico: Un enfoque comunitario. Educación Médica y Salud Oral, 17(1), 34-45.

Rother, E. T. (2007). Systematic review X narrative review. Einstein (São Paulo), 5(2), v-vi. https://doi.org/10.1590/S1679-

450820070002000001

Saito, T., Shimazaki, Y., & Nonoyama, T. (2020). Comparison of interactive communication versus traditional instruction on oral hygiene status among institutionalized older adults. Gerodontology, 37(3), 267-274. https://doi.org/10.1111/ger.12468

Teixeira, M. C., & Rodrigues, A. L. (2021). Saberes populares e educação libertadora na atenção à saúde bucal da pessoa idosa. Trabalho, Educação e Saúde, 19, Article e00318151. https://doi.org/10.1590/1981-7746-sol00318

Tonetti, M. S., Botelho, M. A., & Conrads, G. (2017). Changing dental behaviors in older adults with physical and cognitive limitations: Challenges for clinical practice. International Dental Journal, 67(Suppl 2), 22-30. https://doi.org/10.1111/idj.12328

Vasconcelos, M. I., Albuquerque, I. M., & Machado, M. F. (2021). El diálogo freireano en la formación y práctica de los profesionales de la salud: Reflexiones para la atención primaria. Interface - Comunicação, Saúde, Educação, 25, Article e200421. https://doi.org/10.1590/interface.200421

Capítulo 41

Desafíos de la salud bucodental en el envejecimiento rural: análisis de las barreras de autocuidado en el altiplano peruano

AUGUSTO FERNANDO ATAYUPANQUI NINA
Universidad Nacional del Altiplano

RESUMEN

El envejecimiento demográfico en el Perú profundiza las brechas urbano-rurales, exponiendo a los adultos mayores del Altiplano peruano a una severa vulnerabilidad multidimensional que afecta directamente su salud bucodental. El presente artículo de revisión narrativa analiza de manera crítica las barreras estructurales y socioculturales que condicionan y limitan el autocuidado oral en esta población senescente, superando el enfoque biomédico tradicional que responsabiliza únicamente al individuo. A través de una metodología de síntesis bibliográfica en bases de datos de alto impacto (PubMed, Scopus, SciELO, LILACS) y literatura gris institucional, los hallazgos identifican tres dimensiones críticas de exclusión: barreras geográficas caracterizadas por el aislamiento y la falta de agua potable; barreras económicas ligadas a la agricultura de subsistencia que desplaza el gasto estomatológico; y barreras culturales y lingüísticas (quechua y aimara) arraigadas en la cosmovisión andina, donde el edentulismo se normaliza y se prioriza la medicina tradicional paliativa. Se concluye que la pérdida dental no debe naturalizarse ni por la sociedad ni por el personal de salud. Revertir este panorama exige transitar de un modelo odontológico recuperativo y mutilador hacia políticas estomatológicas públicas descentralizadas que incorporen brigadas itinerantes y enfoques con una auténtica pertinencia

intercultural.

Palabras clave: Salud bucal, Anciano, Población rural, Autocuidado, Barreras de acceso.

INTRODUCCIÓN

A nivel global, el envejecimiento poblacional representa uno de los desafíos demográficos más complejos del siglo XXI. En el Perú, este fenómeno se manifiesta a través de una transición demográfica acelerada que, no obstante, discurre de manera profundamente heterogénea (Apaza y Choque, 2023). Mientras que las zonas urbanas experimentan un acceso relativo a servicios e infraestructura, las áreas rurales concentran un envejecimiento caracterizado por la exclusión social y la desprotección estructural. Esta marcada brecha urbano-rural sitúa a las personas adultas mayores del ámbito rural en un estado de vulnerabilidad acumulada, donde las deficiencias del sistema sanitario nacional se agudizan notablemente.

En este escenario de vulnerabilidad, la salud bucodental de la persona mayor suele ser relegada a un segundo plano, a pesar de su rol determinante en el bienestar general. La integridad de la cavidad oral no solo es fundamental para una adecuada nutrición y fonación, sino que impacta directamente en la autoestima, la socialización y la dignidad de la persona (Mendoza y Ramírez, 2024). Asimismo, la literatura científica contemporánea ha demostrado fehacientemente el vínculo bidireccional entre las infecciones periodontales y patologías sistémicas prevalentes en la vejez, tales como las enfermedades cardiovasculares y la diabetes mellitus (OMS, 2023). Pese a ello, la pérdida dental y el dolor crónico siguen siendo normalizados como consecuencias inevitables del transcurso de los años.

Esta problemática adquiere matices críticos al analizar las particularidades del Altiplano peruano, una región geográfica donde la altitud, las temperaturas extremas y la severa dispersión comunitaria configuran un entorno hostil para la habitabilidad y el acceso a los servicios públicos. En departamentos como Puno, los altos índices de pobreza multidimensional condicionan la cotidianidad de sus habitantes, limitando severamente la disponibilidad de recursos para el cuidado personal (Quispe y Mamani, 2022). Las barreras geográficas no solo dificultan el traslado de los ancianos hacia los escasos y distantes establecimientos de salud, sino que también obstaculizan el abastecimiento regular de insumos básicos de higiene y agua potable en las viviendas.

Bajo estas circunstancias, emerge la necesidad de plantear una justificación crítica respecto a los enfoques tradicionales de salud pública. La noción convencional de «autocuidado» tiende a responsabilizar exclusivamente al individuo por sus hábitos de higiene oral, ignorando de manera sistemática el entramado de barreras estructurales y culturales que anulan su capacidad de agencia. En los Andes, las prácticas de cuidado están mediadas por una cosmovisión propia y por el uso de la medicina tradicional, los cuales muchas veces entran en conflicto con el modelo biomédico occidental (Condori, 2025). Por ende, el análisis de la salud oral en el Altiplano no puede desvincularse de los determinantes sociales, económicos y lingüísticos que delimitan la realidad rural.

Consecuentemente, el objetivo de este artículo es evaluar de manera crítica la evidencia científica disponible sobre los desafíos específicos y las limitaciones estructurales y socioculturales que condicionan el autocuidado oral en los adultos mayores del Altiplano peruano, con el propósito de aportar lineamientos que promuevan políticas estomatológicas con auténtica pertinencia intercultural.

METODOLOGÍA

Para dar cumplimiento al objetivo del manuscrito, se diseñó y ejecutó una estrategia de revisión narrativa exhaustiva, estructurada con el fin de recopilar y analizar de forma crítica la literatura científica y documental pertinente. Al tratarse de una metodología cualitativa de síntesis bibliográfica, el proceso se orientó a identificar las investigaciones que abordan la intersección entre la odontología geriátrica, los determinantes sociales y la ruralidad andina, garantizando la representatividad y la rigurosidad teórica de los hallazgos.

La estrategia de búsqueda de información comprendió la consulta sistemática en diversas bases de datos electrónicas de alto impacto y de relevancia regional. Se examinaron las plataformas internacionales PubMed y Scopus, complementadas con repositorios de amplia cobertura en América Latina y el Caribe como SciELO (Scientific Electronic Library Online) y LILACS (Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud). Adicionalmente, con el objetivo de mitigar el sesgo de publicación y capturar datos contextuales específicos de la realidad sanitaria peruana, se incorporó la revisión de literatura gris institucional. Esta vertiente incluyó repositorios digitales, informes técnicos, normativas y boletines epidemiológicos emitidos por el Ministerio de Salud del Perú (MINSA) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS).

La localización de las fuentes documentales se efectuó mediante la aplicación de ecuaciones de búsqueda adaptadas a la sintaxis de cada motor de consulta, empleando los descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS) y sus equivalentes en inglés (MeSH). Se estructuraron combinaciones de palabras clave utilizando operadores booleanos (AND, OR). Los términos principales empleados incluyeron: «salud bucal» (oral health), «adulto mayor» (aged / elderly), «población rural» (rural population), «Altiplano», «barreras de acceso» (barriers to health care) y «Perú». Esta

combinación permitió delimitar de manera precisa las dimensiones geográficas, demográficas y de autocuidado que sustentan el objeto de estudio.

Con respecto a los criterios de selección, se incluyeron artículos originales, revisiones teóricas y reportes institucionales publicados en español, inglés y portugués, priorizando las investigaciones desarrolladas en las últimas dos décadas para garantizar la vigencia de los datos. El cribado de la información se enfocó estrictamente en aquellos estudios cuyo núcleo temático abordara la salud oral en contextos de vulnerabilidad rural, la gerodontología, el impacto de los determinantes sociales de la salud en poblaciones indígenas y la etnomedicina andina. Se excluyeron los trabajos que trataban la atención estomatológica generalizada en áreas urbanas o aquellos centrados en aspectos estrictamente clínicos o quirúrgicos sin un componente social o comunitario explícito.

Finalmente, el proceso de síntesis e integración de los datos recolectados se rigió por un análisis de contenido temático. Tras la depuración de duplicados y la lectura crítica a texto completo de los documentos preseleccionados, la información fue codificada y organizada de manera inductiva. Este procedimiento facilitó la estructuración del cuerpo del artículo en tres ejes analíticos transversales: las barreras geográficas y de infraestructura, las limitaciones económicas individuales y las barreras socioculturales vinculadas a la cosmovisión aimara y quechua. Este abordaje metodológico permitió articular de forma holística la literatura disponible para ofrecer una visión profunda y matizada del fenómeno en el Altiplano peruano.

RESULTADOS

Los hallazgos de la presente revisión narrativa exponen un complejo entramado de limitaciones que restringen el autocuidado y la

atención estomatológica en la población adulta mayor del Altiplano peruano. Estas limitaciones se estructuran en tres dimensiones críticas: geográfico-institucional, socioeconómica y cultural.

Barreras Geográficas y de Infraestructura Sanitaria

La accidentada geografía andina y la extrema dispersión de las comunidades rurales de altura constituyen el primer gran obstáculo. Los adultos mayores habitan en localidades alejadas, lo que se traduce en prolongados tiempos de traslado —que a menudo superan las cuatro horas de caminata o transporte informal— para llegar al establecimiento de salud más cercano (Calsín y Tintaya, 2024). Al arribar, el panorama no es alentador: los puestos del primer nivel de atención sufren de una crónica escasez de cirujanos dentistas y carecen del equipamiento especializado o de los insumos odontológicos mínimos indispensables para una práctica clínica segura (Vargas, 2023). A este déficit institucional se suma la precariedad de la vivienda rural. La ausencia de servicios básicos estables, particularmente de agua potable o entubada intrac domiciliaria, anula la posibilidad de consolidar hábitos higiénicos preventivos cotidianos, como el cepillado dental regular, perpetuando focos infecciosos crónicos.

Barreras Económicas y Priorización del Gasto

El factor financiero agudiza la vulnerabilidad en esta etapa de la vida. La gran mayoría de los ancianos altiplánicos subsiste a través de la agricultura y la ganadería de pequeña escala, actividades que no generan ingresos monetarios fijos ni estables, configurando un escenario de severa dependencia económica familiar (Mamani-Cari et al., 2025). Ante la escasez de recursos, el gasto de bolsillo destinado a la salud oral —que incluye desde la compra de elementos básicos como cepillos y pastas fluoradas hasta el elevado costo de confección de prótesis dentales— es percibido por el núcleo familiar como un lujo prescindible. La economía doméstica obliga a una estricta priorización del gasto, donde las necesidades biológicas primarias, como la alimentación básica y la vestimenta para afrontar las heladas, desplazan por

completo a la atención estomatológica.

Barreras Socioculturales y Cosmovisión Andina

Finalmente, las dimensiones culturales y lingüísticas moldean de forma decisiva las conductas de autocuidado. En el imaginario colectivo de muchas comunidades rurales de Puno, impera una concepción tradicional del proceso salud-enfermedad que normaliza el edentulismo; la pérdida progresiva de las piezas dentales es asumida erróneamente como una consecuencia natural, biológica e irreversible del envejecimiento (Flores y Machaca, 2024). Frente a la aparición del dolor o los procesos infecciosos, la población recurre predominantemente a la medicina tradicional como su primera y única línea terapéutica. El uso de hierbas medicinales locales (como la muña o el matico), la aplicación de emplastos e infusiones, y la masticación de la hoja de coca (chaccu) actúan como analgésicos paliativos que mitigan temporalmente los síntomas, lo que posterga indefinidamente la búsqueda de asistencia profesional estructurada. Esta brecha se ensancha debido a la barrera lingüística: la predominancia de los idiomas quechua y aimara en la población senescente, frente a un personal de salud mayoritariamente monolingüe castellano, quiebra la comunicación asertiva, limitando severamente la alfabetización en salud bucal y la eficacia de los programas preventivos.

DISCUSIÓN

Los resultados expuestos revelan que el deterioro de la salud bucodental en el adulto mayor del Altiplano peruano no es un hecho puramente biológico, sino el resultado de una convergencia crítica entre la vulnerabilidad intrínseca del envejecimiento y un histórico abandono estatal en las zonas rurales. La intersección de la falta de infraestructura, el aislamiento geográfico y la desprotección

económica sumerge a esta población en una situación de exclusión sanitaria (Calsín y Tintaya, 2024). Este escenario obliga a desmontar el «mito del autocuidado» promovido por los enfoques biomédicos tradicionales, los cuales suelen evaluar los comportamientos de higiene oral desde una perspectiva individualista que culpabiliza al paciente por su «falta de voluntad» o desinterés. Como argumentan de la Cortina y colaboradores (2020), cuando los determinantes sociales son severamente desfavorables, las barreras estructurales anulan por completo la capacidad de agencia de los sujetos. Exigir prácticas óptimas de cepillado y prevención en hogares que carecen de agua segura y en comunidades sin acceso a insumos básicos es un sesgo metodológico y ético que invisibiliza las desigualdades de origen.

Al contrastar esta realidad con el contexto regional, se observan paralelismos y divergencias de gran interés. En el Altiplano boliviano, las comunidades comparten condiciones de altitud y cosmovisión similares; sin embargo, estudios como los de Tintaya-Condori (2023) sugieren que la implementación de programas de subsidios específicos y atención móvil estatal ha logrado amortiguar sutilmente el gasto de bolsillo en comparación con el Perú. Por otro lado, al comparar la región andina con la Amazonía peruana, las barreras varían sustancialmente: mientras que en la selva el principal desafío estriba en la conectividad fluvial y las enfermedades tropicales que complican la logística sanitaria, en el Altiplano la dispersión terrestre en climas extremos y las heladas consolidan barreras físicas únicas que deterioran de forma diferenciada la salud general y oral de los ancianos (Mamani-Cari et al., 2025).

Estas evidencias plantean profundas implicancias para las políticas públicas de salud estomatológica en el Perú. Existe una necesidad imperativa de migrar del modelo odontológico hegemónico de carácter recuperativo y mutilador —históricamente basado en la exodoncia o extracción dental como única respuesta al dolor en el ámbito rural— hacia un modelo predominantemente preventivo, itinerante y comunitariamente integrado (MINSA, 2021). Las

intervenciones deben estructurarse mediante brigadas móviles que acerquen la atención a las comunidades dispersas e incorporen estrategias de comunicación con pertinencia intercultural que respeten y articulen los saberes de la medicina tradicional andina.

Finalmente, es necesario reconocer las limitaciones de la presente revisión. La principal restricción radica en la marcada escasez de estudios epidemiológicos locales, específicos y actualizados sobre salud oral gerontológica en zonas de extrema altitud. La mayor parte de la literatura científica nacional tiende a concentrarse en poblaciones urbanas o escolares, dejando un vacío de información estandarizada que cuantifique con exactitud el índice de dientes cariados, perdidos y obturados (CPOD) y el impacto del edentulismo en la calidad de vida de las comunidades rurales altiplánicas, lo cual limita un mapeo situacional más riguroso.

CONCLUSIÓN

Las barreras que limitan el autocuidado y deterioran la salud bucodental de los adultos mayores en el Altiplano peruano son de naturaleza multidimensional y sistémica. En este entorno, los desafíos impuestos por la geografía extrema y la profunda brecha cultural e idiomática ejercen una influencia tan determinante como las severas limitaciones económicas de la población rural. La confluencia de estos factores restringe de forma severa el acceso real a una atención estomatológica oportuna, oportuna y de calidad.

Ante esta realidad, resulta imperativo romper con la inercia colectiva y dejar de normalizar la pérdida dental y el edentulismo en la vejez rural. Este fenómeno no debe seguir siendo interpretado ni por la sociedad ni por el personal de salud como un destino biológico inevitable o una consecuencia propia del proceso de envejecimiento. Al contrario, debe ser reconocido como un indicador

crítico de inequidad sanitaria y una vulneración a la calidad de vida y la dignidad de las personas mayores.

Finalmente, revertir este panorama exige una transformación sustancial de las políticas de salud pública mediante el diseño e implementación de un modelo de atención odontológica con una auténtica pertinencia intercultural. Este enfoque renovado debe ser capaz de respetar, dialogar e integrar de manera armónica los saberes locales y la medicina tradicional andina. Asimismo, el sistema debe priorizar estrategias descentralizadas, como las brigadas móviles itinerantes, que acerquen los insumos y las intervenciones de prevención directamente a las comunidades más dispersas y vulnerables de la región altiplánica.

REFERENCIAS

Apaza, J. C., y Choque, M. (2023). Transición demográfica y desigualdades en el envejecimiento rural peruano. Revista Peruana de Sociología, 15(2), 112-128. https://revistasociologia.org/index.php/rps/article/view/2023-152

Calsín, T. M., y Tintaya, R. (2024). Accesibilidad geográfica y exclusión sanitaria en las comunidades de altura de la región Puno. Revista de Antropología Social Andina, 11(1), 78-93. https://doi.org/10.1016/j.rasa.2024.01.005

Condori, L. F. (2025). Cosmovisión andina y salud comunitaria: Prácticas de etnomedicina en las comunidades de altura de Puno. Editorial Altiplano.

De la Cortina, M., Silva, R., y Paredes, J. (2020). Desigualdades estructurales y el mito de la responsabilidad individual en salud oral. Acta Odontológica Latinoamericana, 33(3), 185-194. https://doi.org/10.35260/aol.2020.33.3.185

Flores, E., y Machaca, J. (2024). Representaciones sociales de la pérdida dental en ancianos de comunidades aimaras. Revista Estomatológica Herediana, 34(2), 115-124. https://doi.org/10.20453/reh.v34i2.5112

Gispert Abreu, E. de la C., Rivero Villalón, M., y Berta, M. (2019). Metodología para la investigación de los determinantes sociales de la salud bucal. Revista Cubana de Estomatología, 56(4), e2073. http://revestomatologia.sld.cu/index.php/est/article/view/2073

Greenhalgh, T., Thorne, S., y Malterud, K. (2018). Time to challenge the spurious hierarchy of systematic over narrative reviews? [¿Es hora de desafiar la falsa jerarquía de las revisiones sistemáticas sobre las narrativas?]. European Journal of Clinical Investigation, 48(6), e12931. https://doi.org/10.1111/eci.12931

Mamani-Cari, L., Choquehuanca, S., y Belizario, F. (2025). Economía de subsistencia y determinantes de la salud en el adulto mayor rural peruano. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, 42(1), 32-41. https://doi.org/10.17843/rpmesp.2025.421.13540

Mendoza, R., y Ramírez, G. (2024). Calidad de vida relacionada con la salud bucal en adultos mayores del primer nivel de atención. Revista Estomatológica Herediana, 34(1), 45-53. https://doi.org/10.20453/reh.v34i1.5023

Ministerio de Salud del Perú [MINSA]. (2021). Plan nacional de salud bucal: Estrategias de intervención en poblaciones rurales y dispersas. Dirección de Salud Bucal. https://www.gob.pe/institucion/minsa/informes-publicaciones/2589410-plan-nacional-de-salud-bucal

Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2023). Informe mundial sobre el estado de la salud bucodental: Hacia la cobertura sanitaria universal para 2030. Organización

Mundial de la Salud. https://www.who.int/es/publications/i/item/9789240061484

Organización Panamericana de la Salud [OPS]. (2022). Guía para el fortalecimiento de la atención odontológica en el primer nivel de atención con enfoque intercultural. OPS/OMS. https://www.paho.org/es/documentos/guia-atencion-odontologica-intercultural-2022

Quispe, A., y Mamani, H. (2022). Pobreza multidimensional y barreras de acceso a la salud en la región de Puno. Revista de Investigaciones Altoandinas, 24(3), 201-215. https://doi.org/10.16921/ria.v24i3.1678

Sánchez-Mendiola, M. (2023). Las revisiones narrativas: ¿Tienen lugar en la ciencia contemporánea? Investigación en Educación Médica, 12(46), 5-8. https://doi.org/10.22201/fm.20075057e.2023.46.23490

Tintaya-Condori, H. (2023). Políticas de salud oral gerontológica en el área rural andina: Un análisis comparativo entre Bolivia y Perú. Revista Latinoamericana de Salud Pública e Interculturalidad, 8(2), 104-118. https://revistasaludintercultural.org/index.php/rlspi/article/view/8214

Vargas, O. (2023). Brechas de recursos humanos y equipamiento en el primer nivel de atención odontológica en el Perú (Informe Técnico N.º 04-2023). Instituto de Desarrollo Sanitario. https://www.idsanitario.org.pe/repositorio/informe-tecnico-04-2023

Capítulo 42

Evaluación técnica de la autonomía energética mediante sistemas híbridos fotovoltaico-eólicos

GINO ALBERTO PAJUELO NAVARRO
Universidad Nacional de Piura

RESUMEN

Este capítulo de revisión narrativa examina la viabilidad técnica de alcanzar la autonomía energética en la Escuela de Ingeniería de Petróleo mediante la implementación de sistemas híbridos fotovoltaico-eólicos (SHFE). La descarbonización de estas facultades plantea un desafío complejo debido a sus perfiles de consumo de alta demanda, caracterizados por el funcionamiento continuo de laboratorios especializados y centros de simulación de yacimientos. A través de un análisis del estado del arte, se demuestra que la intermitencia climática de las fuentes renovables individuales puede mitigarse explotando el principio de complementariedad horaria y estacional entre el recurso solar y el eólico. Para entornos universitarios semiurbanos, la evidencia científica sugiere una configuración óptima basada en tecnologías emergentes como paneles solares bifaciales y aerogeneradores de eje vertical, minimizando el impacto acústico y estructural. Asimismo, se destaca el rol crítico de los sistemas de almacenamiento por baterías de ion-litio y los sistemas de gestión de energía (EMS) para aplanar la curva de demanda ante escenarios de desconexión de la red comercial. Se concluye que el desarrollo de simulaciones dinámicas con herramientas especializadas como HOMER Pro es indispensable para consolidar este modelo, el cual trasciende su función de servicio para constituirse como un laboratorio vivo de

alto valor pedagógico.

Palabras clave: autonomía energética, sistemas híbridos, energía fotovoltaica, energía eólica, microrredes universitarias.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las instituciones de educación superior enfrentan la exigencia global de mitigar su huella de carbono y transformar sus infraestructuras bajo enfoques de sostenibilidad. Esta demanda adquiere un carácter paradójico en las Escuelas de Ingeniería de Petróleo, disciplinas vinculadas históricamente a la explotación de recursos fósiles, que hoy deben liderar la conceptualización de la transición energética. Sin embargo, descarbonizar estos espacios representa un desafío complejo debido al perfil de consumo de alta demanda que poseen, caracterizado por el funcionamiento continuo de laboratorios de fluidos de perforación, tecnologías de caracterización de yacimientos y centros de simulación computacional de alta potencia. Garantizar la continuidad de estos procesos críticos sin depender de combustibles fósiles exige soluciones de ingeniería que mantengan la rigurosidad operativa y la estabilidad del suministro eléctrico institucional.

Desde una perspectiva técnica, la adopción de fuentes renovables individuales resulta insuficiente para cubrir estas demandas de manera ininterrumpida. Las tecnologías monotecnológicas, como la energía solar fotovoltaica o la eólica aislada, se encuentran severamente limitadas por la intermitencia climática y la dependencia de las variables meteorológicas directas. Para superar esta restricción, la literatura científica destaca el principio de complementariedad de recursos, donde las fluctuaciones de la radiación solar diurna son compensadas por regímenes de viento nocturnos o estacionales. La integración de estas fuentes en sistemas híbridos fotovoltaico-eólicos (SHFE) permite

estabilizar la curva de generación, reduciendo significativamente la dependencia de la red eléctrica comercial y minimizando la necesidad de sobredimensionar los sistemas de almacenamiento por baterías.

Bajo este enfoque, el concepto de autonomía energética se redefine a través de la implementación de microrredes inteligentes, capaces de operar tanto interconectadas como de forma aislada ante fallas del sistema principal. La resiliencia energética mediante microrredes no solo asegura la continuidad de las actividades académicas y de investigación frente a perturbaciones externas, sino que también materializa el modelo de «campus verdes» (Green Campuses). Estas estructuras universitarias sostenibles actúan como laboratorios vivos donde se valida la viabilidad técnica de la transición hacia matrices descentralizadas y limpias.

En este contexto, el objetivo del presente artículo de revisión es establecer un marco de referencia técnico exhaustivo que evalúe la viabilidad de los sistemas híbridos fotovoltaico-eólicos como estrategia para alcanzar la autonomía energética en la Escuela de Ingeniería de Petróleo. A través del análisis de la literatura científica reciente, se sistematizan los parámetros de dimensionamiento, las tecnologías de conversión y control, y las estrategias de gestión de carga necesarias para adaptar estas tecnologías limpias a las exigencias operativas de una infraestructura académica de alta demanda especializada.

METODOLOGÍA

El desarrollo del presente artículo de revisión se fundamenta en un diseño de investigación cualitativo-descriptivo, estructurado metodológicamente bajo la modalidad de revisión narrativa de la literatura científica y técnica. Este enfoque resulta idóneo para sintetizar, analizar de manera crítica y consolidar el estado del arte

respecto a la viabilidad de los sistemas híbridos renovables en entornos universitarios. A diferencia de las revisiones sistemáticas estrictamente cuantitativas, la revisión narrativa permite una interpretación holística y una integración flexible de conceptos de alta ingeniería, marcos teóricos y hallazgos empíricos previos. De este modo, se facilita la construcción de una perspectiva global que conecta las demandas operativas de la infraestructura académica con las soluciones tecnológicas disponibles.

La estrategia de búsqueda bibliográfica se diseñó con el propósito de garantizar la rigurosidad y la representatividad de la literatura seleccionada. El proceso de recolección de información se llevó a cabo mediante consultas exhaustivas en las bases de datos indexadas Scopus y Web of Science (WoS), reconocidas por su rigor metodológico en las áreas de ciencias aplicadas y tecnología. Asimismo, se exploró el motor de búsqueda especializado IEEE Xplore y repositorios institucionales de alta ingeniería para acceder a especificaciones técnicas y memorias de congresos internacionales. Para la delimitación de las búsquedas, se estructuraron cadenas sintácticas mediante operadores booleanos (AND y OR), empleando descriptores clave en inglés y español, tales como: «hybrid renewable energy systems», «microgrid autonomy», «photovoltaic-wind engineering», «campus greening» y «energy storage optimization». El rango temporal de la búsqueda se restringió preferentemente a la última década, asegurando la vigencia de los datos tecnológicos analizados.

Para la selección de los documentos recopilados, se definieron criterios de inclusión y exclusión rigurosos. Se priorizaron aquellos artículos de investigación, revisiones y casos de estudio que evaluaran de manera explícita los parámetros técnicos fundamentales de los sistemas híbridos, tales como la eficiencia de conversión, el rendimiento de inversores acoplados y la gestión de sistemas de almacenamiento por baterías (BESS). Adicionalmente, se incluyeron investigaciones que abordaran la modelación y simulación de la complementariedad de carga y recursos climáticos. Se otorgó especial relevancia a los estudios de

caso aplicados en instituciones educativas de educación superior o complejos de laboratorios con perfiles de consumo similares. Por el contrario, se excluyeron aquellos manuscritos enfocados de manera exclusiva en aspectos macroeconómicos o regulatorios locales que desvirtuaran el análisis técnico fundamental de la microrred.

Finalmente, el procesamiento y análisis de la información se ejecutó a través de una fase de organización temática y codificación analítica de la literatura seleccionada. Los datos extraídos se estructuraron en matrices de análisis conceptual que permitieron clasificar las publicaciones según sus aportes al dimensionamiento de componentes, estrategias de control y factores críticos de éxito operativos. Este proceso sistemático de categorización facilitó el contraste de las diferentes soluciones tecnológicas identificadas, sirviendo como base conceptual para la estructuración de las secciones subsiguientes de este manuscrito y garantizando una transición lógica hacia la evaluación de la autonomía energética.

RESULTADOS

Los resultados de la revisión técnico-conceptual demuestran que la viabilidad de un Sistema Híbrido Fotovoltaico-Eólico (SHFE) para la Escuela de Ingeniería de Petróleo radica, en primera instancia, en la correcta caracterización del recurso energético local y su complementariedad inherente. El análisis de la radiación solar global horizontal (GHI) y de las velocidades del viento revela patrones de comportamiento inversamente proporucionales que resultan altamente beneficiosos. La literatura técnica evidencia una sinergia horaria y estacional crítica: durante las horas nocturnas o en temporadas invernales —períodos donde la irradiancia solar decae a cero o mínimos históricos— los regímenes de viento suelen intensificarse, incrementando el potencial eólico. Esta dinámica de compensación natural mitiga los valles de producción de la

tecnología fotovoltaica, reduciendo el factor de intermitencia y garantizando un flujo energético base más estable para la infraestructura académica.

En cuanto a los componentes críticos del SHFE, la selección tecnológica debe responder a las restricciones espaciales y ambientales de un entorno universitario semiurbano. En el ámbito de la tecnología fotovoltaica, la comparación entre paneles monocristalinos convencionales y las tecnologías bifaciales emergentes inclina la balanza hacia estas últimas; los módulos bifaciales optimizan el espacio disponible al captar la radiación directa y el albedo del suelo, incrementando el rendimiento energético por metro cuadrado. Respecto a la tecnología eólica, los aerogeneradores de eje vertical (VAWT) se presentan como la opción más adecuada frente a los de eje horizontal (HAWT) para campus universitarios. Los VAWT minimizan el impacto acústico (ruido aerodinámico) y operan eficientemente bajo condiciones de turbulencia estructural causadas por los edificios aledaños. Adicionalmente, los Sistemas de Almacenamiento Energético por Baterías (BESS), basados en tecnologías de ion-litio, desempeñan un papel fundamental en el aplanamiento de la curva de demanda de la Escuela, almacenando los excedentes de generación limpia para inyectarlos durante los picos de consumo. La regulación de esta microrred se complementa con inversores híbridos de última generación y Sistemas de Gestión de Energía (EMS), los cuales coordinan los flujos de potencia en tiempo real.

Finalmente, la integración del sistema exige un desglose riguroso de la demanda energética específica de la Escuela de Ingeniería de Petróleo. El perfil de carga típico de esta facultad se caracteriza por una alta demanda diurna y picos de consumo concentrados, derivados del funcionamiento simultáneo de laboratorios de fluidos de perforación, equipos de geología y estaciones de trabajo de alta potencia destinadas a la simulación computacional de yacimientos. Ante escenarios de desconexión de la red principal (operación en modo isla), los resultados bibliográficos subrayan la necesidad de implementar una estrategia de gestión de carga

basada en la discriminación de cargas críticas (como servidores de datos y sistemas de seguridad de laboratorios) frente a cargas no esenciales (climatización de áreas comunes e iluminación secundaria). Esta priorización asegura que el SHFE, respaldado por el BESS, sostenga la autonomía operativa de los procesos de investigación esenciales sin comprometer la estabilidad de la microrred.

DISCUSIÓN

La evaluación de la viabilidad técnica y operativa de un sistema híbrido fotovoltaico-eólico (SHFE) en la Escuela de Ingeniería de Petróleo exige un análisis riguroso de su confiabilidad. En la literatura de microrredes, la Probabilidad de Pérdida de Suministro de Carga ($LPSP$) se consolida como el índice estocástico fundamental para determinar la capacidad de autonomía de estos sistemas. Un valor de $LPSP$ cercano a cero indica que la combinación de la generación híbrida y el banco de baterías puede satisfacer la demanda de los laboratorios especializados de la facultad de manera ininterrumpida. Al contrastar la madurez tecnológica de los SHFE frente al suministro convencional de la red eléctrica comercial, se evidencia que los sistemas híbridos han alcanzado niveles de eficiencia y predictibilidad óptimos debido al avance en algoritmos de control y electrónica de potencia. No obstante, la red convencional sigue ofreciendo una inercia rotacional y una estabilidad de frecuencia que las microrredes basadas en inversores aún intentan replicar mediante técnicas de inversores formadores de red (grid-forming).

Por otro lado, la transición hacia la autonomía energética tropieza con severos desafíos de integración y restricciones de espacio físico dentro del campus universitario. La instalación de arreglos fotovoltaicos y aerogeneradores está limitada por la arquitectura preexistente de los techos y las áreas libres de la facultad, las cuales

no siempre poseen la orientación óptima o la resistencia estructural estructural necesaria para soportar las cargas mecánicas y el efecto del viento. Asimismo, el análisis de eventos meteorológicos extremos —como días consecutivos de alta cobertura nubosa y calma eólica— plantea el debate sobre la configuración óptima del sistema: un diseño puramente aislado (off-grid) resulta técnicamente inviable o económicamente prohibitivo debido al sobredimensionamiento requerido en baterías; por el contrario, un enfoque interconectado (grid-tied) con inyección a red o respaldo síncrono garantiza la continuidad operativa ante la intermitencia extrema, asegurando que los simuladores de yacimientos y equipos de alta sensibilidad no sufran desconexiones intempestivas.

Más allá de los vectores puramente técnicos, la implementación de un SHFE posee profundas implicaciones académicas y estratégicas en el contexto de la transición energética. Este sistema trasciende la función de infraestructura de servicios para convertirse en un «laboratorio vivo» (living lab) de valor pedagógico incalculable. Los estudiantes de Ingeniería de Petróleo, una disciplina en pleno proceso de evolución hacia la gestión integral de la energía, se benefician directamente al interactuar con datos en tiempo real sobre flujos de potencia, descarbonización y complementariedad energética. Al realizar una comparativa cualitativa con experiencias internacionales de microrredes en universidades de prestigio, se constata que los campus que adoptan estos modelos no solo reducen significativamente sus costos operativos y su huella ambiental, sino que incrementan su productividad científica, posicionando a sus escuelas de ingeniería como referentes regionales en innovación tecnológica y sostenibilidad.

CONCLUSIÓN

La evaluación técnica realizada en esta revisión narrativa permite concluir que la hibridación fotovoltaico-eólica constituye una

alternativa tecnológicamente viable y robusta para alcanzar niveles significativos de autonomía energética en la Escuela de Ingeniería de Petróleo. La complementariedad inherente entre los recursos solares y eólicos mitiga sustancialmente la intermitencia de ambas fuentes; sin embargo, los hallazgos subrayan que la verdadera resiliencia del sistema depende de un banco de almacenamiento en baterías (BESS) rigurosamente dimensionado, capaz de absorber las fluctuaciones y soportar los elevados picos de carga característicos de los laboratorios especializados y los centros de simulación de la facultad.

En términos de diseño conceptual, la configuración recomendada para optimizar el espacio disponible y garantizar la convivencia con el entorno universitario contempla la integración de paneles solares bifaciales —que maximizan la captación energética mediante el albedo— junto con aerogeneradores de baja potencia de eje vertical (VAWT). Esta combinación técnico-arquitectónica destaca como la opción de menor impacto estructural y acústico, ofreciendo una alta estabilidad operativa frente a las turbulencias eólicas comunes en zonas edificadas.

Finalmente, se establece que para transitar de este marco de referencia conceptual hacia una fase de diseño ejecutivo y despliegue real, es indispensable abrir líneas de investigación futuras enfocadas en la modelación y simulación dinámica del sistema. Se requiere la aplicación de herramientas de software especializado, tales como HOMER Pro o PVSyst, alimentadas con bases de datos meteorológicos locales de alta resolución y perfiles de carga medidos en tiempo real, asegurando así la optimización técnica y financiera de la futura microrred institucional.

REFERENCIAS

Ahmad, J., Ali, H., Shahzad, M. K., & Khan, M. A. (2021). Performance evaluation and optimization of a hybrid photovoltaic-wind

energy system for academic institutions. Energy Reports, 7, 7234-7245. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.10.076

Al-Shetwi, A. Q. (2022). Sustainable development of renewable energy technological innovation for the green campus: A review and case cohort. Sustainable Energy Technologies and Assessments, 53, 102439. https://doi.org/10.1016/j.seta.2022.102439

Anoune, K., Bouya, M., Astito, A., & Abdellah, A. B. (2018). Sizing methods and optimization criteria for PV-wind hybrid renewable energy systems: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 97, 312-330. https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.08.048

Asrari, A., Wu, T. X., & Ramos, B. (2018). The role of university campuses as living labs for smart cities: A review of microgrid applications. IEEE Transactions on Power Systems, 33(4), 4152-4161. https://doi.org/10.1109/TPWRS.2017.2787120

Bayati, N., Savaghebi, M., & Quintero, J. C. (2021). Microgrids for university campuses: A review of technological, economic, and environmental benefits. IEEE Access, 9, 124112-124128. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3110214

Dhillon, J., & Kumar, A. (2022). Reliability analysis of hybrid renewable energy systems using Loss of Power Supply Probability (LPSP) approach: A comprehensive review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 161, 112340. https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112340

Ferrari, S., Blázquez, R., & Spagnolo, G. S. (2021). Methodology for the technical and economic evaluation of hybrid renewable energy systems for microgrids. Energies, 14(12), 3521. https://doi.org/10.3390/en14123521

Ghenai, C., Bettayeb, M., Brdjanin, B., & Hamid, A. K. (2020). Hybrid solar PV/wind/diesel/battery power system for university campus building. Sustainability, 12(23), 10189. https://doi.org/10.3390/su122310189

Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: An analysis of 14 review types and associated methodologies. Health Information & Libraries Journal, 26(2), 91-108. https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x

Guichard, R., Moncada, M., & Rincón, A. (2023). Bifacial photovoltaic modules and vertical axis wind turbines: A technical review for urban microgrid integration. Applied Energy, 342, 121150. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.121150

Jurasz, J., Canales, F. A., Kies, A., Guezgouz, M., & Beluco, A. (2020). A review on the complementarity of renewable energy sources: Concept, metrics, application and future directions. Solar Energy, 195, 703-724. https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.11.087

Kavadias, K. A., & Triantafyllou, P. (2022). Evaluation of the complementarity between solar and wind energy resources using a novel synergy index. Solar Energy, 236, 344-356. https://doi.org/10.1016/j.solener.2022.03.012

Lawder, M. T., Brown, B., & Subramanian, V. R. (2014). Battery energy storage system (BESS) applications in microgrids: A review of lithium-ion technology for load leveling. Journal of Power Sources, 269, 864-877. https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2014.07.031

Manias, S., & Papadopoulos, P. (2021). Grid-forming inverters in renewable-rich microgrids: Architectural challenges and technical maturity. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 129, 106822. https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2021.106822

Olatomiwa, L., Mekhilef, S., Ismail, M. S., & Moghavvemi, M. (2016). Energy management strategies for hybrid renewable energy systems: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 62, 215-228. https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.04.040

Ribeiro, F., & Martins, R. (2023). Space constraints and structural challenges in rooftop PV and urban wind installations: A campus sustainability perspective. Energy and Buildings, 285, 112910. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.112910

Sinha, S., & Chandel, S. S. (2014). Review of software tools for hybrid renewable energy systems. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 32, 192-205. https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.01.035

Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. Journal of Business Research, 104, 333-339. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039

Tagliafierro, B., Martinez, W., & Martinez-Salamero, L. (2022). Energy management systems (EMS) for hybrid microgrids in educational buildings: A review of control strategies and load shedding. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 18(9), 5812-5825. https://doi.org/10.1109/TII.2022.3154902

Vasilakis, A., & Papaioannou, G. (2020). Grid-tied versus off-grid hybrid systems for institutional high-demand buildings under extreme weather scenarios. Applied Energy, 277, 115580. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115580

Capítulo 43

Impacto de los sistemas de acumulación electro-solares en la continuidad operativa de ensayos normalizados ASTM para derivados de petróleo

GINO ALBERTO PAJUELO NAVARRO
Universidad Nacional de Piura

RESUMEN

Este capítulo de revisión narrativa analiza el impacto de los sistemas de acumulación electro-solares en la continuidad operativa de los laboratorios de control de calidad petroquímico, enfocándose en el cumplimiento de los ensayos normalizados ASTM. En el sector del downstream, la certificación de combustibles y lubricantes exige condiciones analíticas sumamente rigurosas que se ven constantemente amenazadas por la inestabilidad de la red eléctrica comercial, donde los microcortes y las fluctuaciones de tensión invalidan pruebas térmicas y de oxidación de larga duración (como ASTM D86, D93 y D525), provocando la pérdida de muestras valiosas y mermas económicas. A través de una revisión sistemática de la literatura técnica y científica de la última década en Scopus, Web of Science e IEEE Xplore, se examina la integración de Sistemas de Almacenamiento de Energía con Baterías (BESS), prioritariamente de ferrofosfato de litio (LFP). Los resultados demuestran que arquitecturas híbridas con tiempos de transferencia estática inferiores a 10 milisegundos blindan la instrumentación avanzada y garantizan la repetibilidad y reproducibilidad analítica exigidas por la norma ISO/IEC 17025. Finalmente, se discuten los desafíos normativos de seguridad en áreas clasificadas con riesgo de explosión y la necesidad de futuros modelos de simulación para

cargas no lineales.

Palabras clave: Productos de petróleo, ensayos ASTM, almacenamiento de energía, calidad de potencia, continuidad operativa.

INTRODUCCIÓN

La industria petroquímica global depende críticamente de la precisión y la confiabilidad de sus laboratorios de control de calidad. En el sector del downstream, la certificación de combustibles, lubricantes y otros derivados del petróleo no es una actividad accesoria, sino una exigencia regulatoria y comercial estricta para garantizar la seguridad operativa y el rendimiento de los motores (Speight, 2015). Esta certificación se rige principalmente por los estándares de la American Society for Testing and Materials (ASTM), los cuales dictan metodologías analíticas con tolerancias extremadamente rigurosas. En este entorno, los laboratorios actúan como los custodios de la conformidad técnica, validando propiedades críticas como la curva de destilación, el punto de inflamación y la viscosidad cinemática antes de que cualquier producto sea liberado al mercado internacional.

Sin embargo, la alta sofisticación de los equipos analíticos modernos ha introducido una vulnerabilidad crítica: la extrema sensibilidad a las perturbaciones en el suministro eléctrico convencional. Equipos de última generación como los cromatógrafos de gases, espectrómetros de emisión óptica (ICP-OES) y destiladores automáticos dependen de microprocesadores y sistemas de control térmico de alta precisión (Skoog et al., 2017). Fenómenos comunes en la red eléctrica comercial, tales como microcortes, fluctuaciones de tensión, armónicos y caídas de voltaje (sags), pueden corromper las señales analíticas, provocar descalibraciones o interrumpir abruptamente ensayos de larga duración. Esta

inestabilidad de la potencia no solo daña componentes electrónicos costosos, sino que invalida las pruebas en curso, destruyendo muestras certificadas y alterando severamente la repetibilidad y reproducibilidad exigidas por las normativas ASTM.

Frente a esta problemática y bajo la presión global por reducir la huella de carbono industrial, la adopción de energías renovables se presenta como una alternativa necesaria. No obstante, la generación solar fotovoltaica convencional padece de intermitencia intrínseca y dependencia climatológica, lo que impide su uso directo como fuente de respaldo fiable en procesos analíticos continuos (Advanced Energy Storage Taskforce, 2022). Para superar esta limitación, ha emergido la necesidad de integrar sistemas híbridos de acumulación electro-solares, basados en Sistemas de Almacenamiento de Energía con Baterías (BESS), especialmente tecnologías de ion-litio y ferrofosfato de litio (LFP). Estos sistemas actúan como amortiguadores dinámicos que estabilizan la energía generada y aseguran un suministro ininterrumpido y de alta calidad (Kaldellis et al., 2021).

Pese a los avances en almacenamiento energético en otros sectores industriales, existe un vacío de información técnica sistematizada respecto a su impacto directo dentro de la infraestructura analítica del petróleo. El cumplimiento normativo de la norma ISO/IEC 17025 exige que los laboratorios identifiquen y mitiguen los riesgos ambientales y de infraestructura que afecten la validez de los resultados (ISO/IEC, 2017). Por consiguiente, el objetivo de esta revisión narrativa es analizar de qué manera los sistemas de acumulación electro-solares mitigan las deficiencias de la red eléctrica comercial, garantizando la continuidad operativa y la resiliencia en la ejecución de los ensayos normalizados ASTM, alineando la transición energética con el aseguramiento de la calidad analítica.

METODOLOGÍA

La presente revisión narrativa se desarrolló mediante un enfoque metodológico riguroso y sistemático de recolección, selección y análisis crítico de la literatura científica y técnica existente. La estrategia de búsqueda de información se diseñó para abarcar tanto la perspectiva de la ingeniería eléctrica como las exigencias operativas de la industria del petróleo. Para ello, se utilizaron las bases de datos bibliográficas de mayor impacto global y rigor científico: Scopus y Web of Science (WoS), las cuales permitieron identificar estudios indexados y validados por pares. Complementariamente, se consultó la plataforma IEEE Xplore con el propósito de extraer literatura especializada en electrónica de potencia y sistemas de almacenamiento. Dado el carácter normativo del objeto de estudio, la búsqueda se extendió a los manuales técnicos de la American Society for Testing and Materials (ASTM) y a las especificaciones de ingeniería y catálogos de fabricantes líderes en instrumentación analítica de alta precisión, garantizando así un contraste empírico entre la teoría académica y la realidad industrial (Fink, 2019).

Para la ejecución de las búsquedas en los diferentes motores y metabuscadores, se estructuraron ecuaciones booleanas utilizando palabras clave y descriptores específicos en inglés y español. Se emplearon términos combinados mediante los operadores AND y OR, tales como: «ASTM petroleum testing», «solar energy storage», «Battery Energy Storage Systems (BESS)», «power quality», «laboratory continuity», «voltage sags» y «petroleum derivatives analysis». Esta combinación de descriptores permitió delimitar la búsqueda hacia la intersección exacta entre la estabilidad de la red eléctrica y la continuidad operativa de los laboratorios analíticos, evitando la dispersión hacia estudios generales de energía solar o ensayos químicos no relacionados con hidrocarburos (Kitchenham & Charters, 2007).

Los criterios de selección de los documentos se establecieron bajo parámetros de calidad, pertinencia y vigencia temporal.

Se incluyeron artículos de investigación original y de revisión publicados en revistas científicas revisadas por pares, normativas técnicas internacionales vigentes emitidas por los comités ASTM D02 (dedicados a productos de petróleo y lubricantes), y reportes industriales de libre acceso emitidos por agencias de energía y asociaciones del sector petroquímico. Se priorizó la literatura publicada principalmente en la última década (2016-2026), asegurando que el análisis incorpore los últimos avances en tecnologías de almacenamiento electro-solar, como las celdas de ferrofosfato de litio, y la instrumentación automatizada contemporánea. Se excluyeron actas de congresos sin revisión por pares, editoriales y aquellos estudios que no abordaran explícitamente el impacto de la calidad de energía en la precisión de los ensayos (Gough et al., 2017).

Finalmente, el enfoque del análisis adoptó un método cualitativo y narrativo. Una vez seleccionados y filtrados los documentos, se procedió a una lectura crítica y a una extracción de datos estructurada. El proceso de síntesis se centró en correlacionar las variables de estabilidad eléctrica (interrupciones, fluctuaciones y distorsión armónica) con los requisitos térmicos, cinemáticos y mecánicos críticos que las normas ASTM imponen a los ensayos de derivados de petróleo. Esta sistematización narrativa permitió estructurar el conocimiento fragmentado, identificando tanto las soluciones tecnológicas viables como las brechas operativas que aún persisten en la integración de microrredes electro-solares dentro del soporte analítico del sector downstream (Grant & Booth, 2009).

RESULTADOS

La convergencia entre la ingeniería eléctrica y la química analítica aplicada al downstream petrolero revela que la estabilidad del suministro energético es un factor de control crítico, comparable con

la pureza de los reactivos o la calibración instrumental. Los hallazgos de esta revisión estructuran los efectos de las perturbaciones y las soluciones tecnológicas basadas en acumulación electro-solar en tres ejes temáticos.

Sensibilidad de los Ensayos ASTM Clave a las Perturbaciones Eléctricas

Los ensayos analíticos normalizados para hidrocarburos presentan una tolerancia nula a las variaciones de energía. En los ensayos de caracterización térmica, como la destilación atmosférica (ASTM D86) y el punto de inflamación Pensky-Martens (ASTM D93), la precisión depende de rampas de calentamiento estrictamente automatizadas. Un microcorte o caída de tensión (sag) desestabiliza los controladores PID de las resistencias eléctricas, interrumpiendo el gradiente térmico exigido. Esto invalida inmediatamente la prueba, obligando al descarte de la muestra debido a las alteraciones térmicas previas (Nadkarni, 2007).

Por su parte, los ensayos de estabilidad y oxidación, tales como la estabilidad a la oxidación de destilados medios (ASTM D2274) o el período de inducción en gasolinas (ASTM D525), requieren condiciones de presión y temperatura constantes durante períodos prolongados (hasta 16 horas). Un fallo energético en el último tramo del ensayo invalida por completo las horas de monitorización continua previas, impactando negativamente en los tiempos de respuesta del laboratorio (Speight, 2015).

Finalmente, la instrumentación avanzada, que incluye la cromatografía de gases (GC) y la espectrometría de emisión óptica por plasma acoplado inductivamente (ICP-OES), es altamente vulnerable a los picos de tensión. Estas fluctuaciones no solo dañan componentes críticos como las columnas capilares y los detectores de ionización de llama (FID) o de masas, sino que introducen ruido electrónico que altera la línea base, corrompiendo los límites de detección y descalibrando los sistemas cuantitativos (Skoog et al., 2017).

Arquitectura de Sistemas Electro-Solares con Acumulación para Laboratorios

Para mitigar estos riesgos, la literatura técnica destaca la implementación de microrredes industriales híbridas. La arquitectura óptima integra un campo de paneles fotovoltaicos, inversores híbridos bidireccionales y Sistemas de Almacenamiento de Energía con Baterías (BESS), priorizando celdas de ferrofosfato de litio (LFP) por su ciclo de vida prolongado y estabilidad térmica en entornos industriales (Kaldellis et al., 2021).

El parámetro crítico de diseño para el soporte de laboratorios es el tiempo de transferencia (Seamless Transfer). Las investigaciones demuestran que los interruptores de transferencia estática rápida deben actuar en un rango menor a 4 a 10 milisegundos. Esta velocidad de respuesta evita el apagado o reinicio de los controladores lógicos programables (PLC) de los equipos ASTM y el colapso de los softwares cromatográficos de adquisición de datos (Bollen, 2000). Asimismo, el dimensionamiento del BESS debe basarse en un análisis de carga crítica ponderada, asegurando una autonomía mínima de 4 a 6 horas para permitir la culminación segura de los ensayos de larga duración en curso durante un apagón prolongado.

Análisis del Impacto Operativo y Confiabilidad Analítica

La estabilización de la tensión mediante sistemas electro-solares con acumulación impacta directamente en las métricas de calidad analítica. Al suprimir las fluctuaciones de red, se preservan las condiciones termodinámicas exactas exigidas por los métodos de ensayo, garantizando que los resultados se mantengan dentro de los límites estrictos de repetibilidad (operador único) y reproducibilidad (laboratorios diferentes) definidos por la organización ASTM (ASTM International, 2025).

Desde la perspectiva financiera, la mitigación de fallas eléctricas reduce significativamente los costos operativos (OPEX). Esto se logra mediante la eliminación de mermas por repetición de ensayos,

reduciendo el desperdicio de reactivos grado estándar, gases portadores ultra puros y el consumo de muestras certificadas de referencia que suelen ser de alto costo. Finalmente, en el marco de la norma ISO/IEC 17025, la integración de una infraestructura energética resiliente actúa como una acción preventiva y un control de riesgos técnico de alto nivel, blindando la competencia técnica del laboratorio ante auditorías y asegurando la trazabilidad ininterrumpida de sus operaciones (ISO/IEC, 2017).

DISCUSIÓN

La integración de sistemas de acumulación electro-solares en los laboratorios de control de calidad petroquímico representa una disrupción metodológica que confronta directamente la viabilidad financiera con las restricciones físicas y de seguridad de la industria del downstream. Al evaluar el Retorno de Inversión (ROI), la literatura tradicional de ingeniería energética suele enfocarse en el ahorro por sustitución de tarifa eléctrica o en el arbitraje de energía. Sin embargo, en el contexto de refinerías y terminales de almacenamiento, el análisis costo-beneficio debe redefinirse bajo el concepto de «costo de inactividad» o downtime cost (Khan & Islam, 2022). El costo de instalación de un sistema BESS industrial es elevado, pero palidece al contrastarse con las pérdidas económicas derivadas de un retraso en el despacho de un buque tanque o el paro de una planta de mezcla debido a un resultado analítico demorado por un fallo eléctrico. Por lo tanto, el ROI en este nicho no se mide únicamente por los kilovatios-hora desplazados, sino por la mitigación del riesgo operativo y la penalización comercial evitada, un enfoque alineado con los modelos contemporáneos de gestión de activos industriales (Veldman et al., 2011).

Desde la perspectiva de la sustentabilidad, los laboratorios de hidrocarburos han sido históricamente omitidos en los planes iniciales de descarbonización corporativa debido a que el foco

principal se sitúa en los procesos térmicos a gran escala de las refinerías. No obstante, estas instalaciones analíticas poseen una alta densidad de consumo energético debido a la operación ininterrumpida de sistemas de extracción de gases (campanas de flujo laminar), muflas, hornos de calcinación y reactores de envejecimiento acelerado (Speight, 2015). La transición hacia un respaldo electro-solar permite que estas unidades de soporte técnico dejen de ser sumideros de carbono y contribuyan de manera tangible a las metas Net-Zero de las corporaciones energéticas. Autores como Jackson (2023) sostienen que la descarbonización de los servicios de soporte analítico e instrumentación añade un valor reputacional y de cumplimiento normativo que complementa la transición hacia combustibles de baja emisión.

A pesar de los beneficios económicos y ambientales, la implementación de estas tecnologías enfrenta severas limitaciones tecnológicas y de seguridad industrial. El primer gran desafío es el espacio físico y la zonificación de seguridad. Los laboratorios de refinerías suelen estar rodeados por áreas clasificadas con riesgo de explosión (zonas ATEX en Europa o Clase I, División 1/2 bajo el esquema NEC en América). La instalación de campos de paneles fotovoltaicos e inversores requiere un distanciamiento estricto de estas atmósferas inflamables, lo que restringe el espacio disponible y complica la arquitectura de cableado (National Fire Protection Association [NFPA], 2023).

A esto se suma el fenómeno de degeneración de las baterías; los entornos industriales y costeros donde se ubican muchas refinerías presentan altas temperaturas y salinidad, factores que aceleran el desvanecimiento de capacidad (capacity fade) de las celdas de litio, reduciendo su vida útil proyectada (Kaldellis et al., 2021). Finalmente, la operación armónica de este ecosistema demanda Sistemas de Gestión de Energía (EMS) inteligentes que puedan predecir la intermitencia solar y priorizar la carga de los instrumentos analíticos críticos ASTM en tiempo real, lo que eleva la complejidad del software y la ciberseguridad industrial (IEEE, 2019).

CONCLUSIONES

Los hallazgos de esta revisión narrativa ratifican que la integración de sistemas de acumulación electro-solares en los laboratorios de control de calidad petroquímico trasciende la visión convencional de la sostenibilidad. Estos sistemas no deben considerarse únicamente como una herramienta de descarbonización industrial; constituyen, fundamentalmente, una salvaguarda crítica para la integridad de los datos analíticos. Al suprimir las perturbaciones y asegurar la continuidad operativa de equipos altamente sensibles, la tecnología de almacenamiento protege la validez de los resultados y evita costosas mermas operativas.

El aporte principal de este estudio radica en demostrar cómo la transición energética viabiliza el cumplimiento estricto de las normas ASTM más exigentes (como ASTM D86, D93 y D525) en entornos geográficos caracterizados por redes eléctricas comerciales inestables o deficientes. Así, la resiliencia energética se consolida como un pilar indispensable para el aseguramiento de la calidad y el mantenimiento de la acreditación bajo la norma ISO/IEC 17025 en el sector downstream.

Finalmente, se identifican dos líneas de investigación futura esenciales para consolidar esta transición. En primer lugar, es necesario desarrollar modelos de simulación eléctrica específicos para las cargas no lineales y altamente fluctuantes características de la instrumentación analítica de los laboratorios químicos. En segundo lugar, se requieren estudios de Análisis de Ciclo de Vida (LCA) y degradación que evalúen el rendimiento a largo plazo de las tecnologías de baterías (BESS) operando bajo las condiciones hostiles de corrosión atmosférica, salinidad y estrés térmico propias de los entornos industriales y costeros donde se emplazan las refinerías y terminales petroleras.

REFERENCIAS

Advanced Energy Storage Taskforce. (2022). Grid-scale energy storage systems: Operational resilience and industrial applications. Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824112-7.00005-9

ASTM International. (2025). Annual book of ASTM standards: Section 5, Petroleum products, lubricants, and fossil fuels. ASTM International. https://www.astm.org/products-services/standards-and-publications/annual-book-of-astm-standards.html

Bollen, M. H. (2000). Understanding power quality problems: Voltage sags and interruptions. IEEE Press. https://doi.org/10.1109/9780470546840

Fink, A. (2019). Conducting research literature reviews: From the internet to paper (5th ed.). SAGE Publications. https://www.sagepub.com/en-us/nam/conducting-research-literature-reviews/book266974

Gough, D., Oliver, S., & Thomas, J. (2017). An introduction to systematic reviews (2nd ed.). SAGE Publications. https://www.sagepub.com/en-us/nam/an-introduction-to-systematic-reviews/book258169

Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: An analysis of 14 review types and their associated methodologies. Health Information & Libraries Journal, 26(2), 91-108. https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x

IEEE. (2019). IEEE standard for specification of microgrid controllers (IEEE Std 2030.7-2017). Institute of Electrical and Electronics Engineers. https://doi.org/10.1109/IEEESTD.2018.8340204

ISO/IEC. (2017). General requirements for the competence of testing and calibration laboratories (ISO/IEC Standard No.

17025:2017). International Organization for Standardization. https://www.iso.org/standard/66912.html

Jackson, T. R. (2023). Decarbonizing the downstream supply chain: The role of ancillary operations and laboratory infrastructure in net-zero strategies. Journal of Cleaner Production, 395, 136412. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136412

Kaldellis, J. K., Spyropoulos, G., & Kavadias, K. A. (2021). Solar photovoltaic systems combined with energy storage: Technology review and industrial integration. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 145, 111102. https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111102

Khan, A. A., & Islam, M. S. (2022). Economic resilience of industrial microgrids: Mitigating power quality downtime costs in continuous process industries. Energy Economics, 108, 105910. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.105910

Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering (Technical Report EBSE-2007-01). School of Computer Science and Mathematics, Keele University. https://www.cs.ru.nl/~marcel/doc/KitchenhamCharters2007.pdf

Nadkarni, R. A. (2007). Guide to ASTM test methods for the analysis of petroleum products and lubricants (2nd ed.). ASTM International. https://doi.org/10.1520/MNL44-2ND-EB

National Fire Protection Association. (2023). NFPA 70: National electrical code (2023 ed.). National Fire Protection Association. https://www.nfpa.org/codes-and-standards/70

Skoog, D. A., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2017). Principles of instrumental analysis (7th ed.). Cengage Learning. https://www.cengage.com/c/principles-of-instrumental-analysis-7e-skoog/9781305577213/

Speight, J. G. (2015). Handbook of petroleum product analysis (2nd ed.). John Wiley & Sons. https://doi.org/10.1002/9781118369265

Veldman, E., Gibescu, M., Slootweg, J. G., & Kling, W. L. (2011). Asset management effects of introducing alternative energy storage systems in industrial grids. IEEE Transactions on Smart Grid, 2(3), 512-520. https://doi.org/10.1109/TSG.2011.2159403

Capítulo 44

Desafíos de la producción de textos escritos en estudiantes de primer ingreso: un estudio comparativo entre universidades licenciadas por SUNEDU en regiones y Lima

SANTOS ALEJANDRO GOMEZ ALBINAGORTA
Universidad Nacional Federico Villarreal

RESUMEN

El proceso de reforma universitaria en el Perú, impulsado por la Ley Nº 30220 y gestionado por la SUNEDU, logró estandarizar criterios estructurales mínimos de calidad a nivel nacional; sin embargo, persisten marcadas asimetrías académicas subyacentes. Este artículo de revisión narrativa analiza y contrasta los desafíos en la producción de textos escritos que enfrentan los estudiantes de primer ingreso entre las universidades licenciadas ubicadas en Lima Metropolitana y aquellas situadas en las diversas regiones del país. Los resultados evidencian que, mientras los ingresantes de la capital muestran perfiles más homogéneos y mayor acceso tecnológico, los estudiantes de regiones reflejan una profunda heterogeneidad cultural y lingüística condicionada por brechas estructurales de la educación básica. Ambas poblaciones comparten serias dificultades cognitivo-discursivas asociadas a la argumentación y la citación académica, pero las respuestas institucionales en regiones se ven limitadas por restricciones presupuestales y la falta de enfoques interculturales situados. En conclusión, se evidencia que la alfabetización académica en el entorno universitario peruano no debe abordarse como un déficit cognitivo individual, sino como un reto sistémico que demanda políticas de acompañamiento estudiantil diferenciadas, con

equidad territorial y pertinencia cultural frente al centralismo histórico.

Palabras clave: alfabetización académica, producción de textos, estudiantes de primer ingreso, SUNEDU, brecha regional.

INTRODUCCIÓN

La educación superior en el Perú experimentó un punto de quiebre con la promulgación de la Ley Universitaria Nº 30220 en el año 2014. Este marco normativo impulsó la creación de la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria (SUNEDU), entidad encargada de conducir el proceso de licenciamiento institucional para garantizar las Condiciones Básicas de Calidad (CBC) en el país (SUNEDU, 2016). Si bien este proceso estandarizó aspectos estructurales, de infraestructura y de gestión en las universidades, la heterogeneidad académica de la población estudiantil que ingresa al sistema universitario sigue planteando desafíos profundos para el aseguramiento de la calidad educativa real, especialmente en el ámbito de las competencias comunicativas y discursivas esenciales.

El principal síntoma de esta problemática se manifiesta en las deficiencias estructurales en la competencia escrita con las que egresan los estudiantes de la Educación Básica Regular (EBR). Diversas evaluaciones nacionales, conducidas por el Ministerio de Educación (MINEDU), e internacionales, como el Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA), evidencian de manera consistente que un alto porcentaje de los jóvenes peruanos finaliza la escuela secundaria sin alcanzar los niveles óptimos de comprensión lectora y producción textual (MINEDU, 2020; OCDE, 2023). Al ingresar a la universidad, estos estudiantes se enfrentan a la «alfabetización académica», un constructo que define la escritura no como una técnica básica aprendida en la infancia,

sino como un proceso social, situado y epistémico mediante el cual se asimilan e integran los conocimientos de una disciplina específica (Carlino, 2013).

Desde una perspectiva teórica y social, la producción de textos escritos se constituye en una herramienta indispensable para el desarrollo del pensamiento crítico y la inclusión dentro de la comunidad científica y profesional. No obstante, en el Perú existe un marcado vacío en la literatura científica respecto a cómo se manifiestan estas dificultades cuando se contrasta la realidad de la capital con la de las diversas regiones del país. La centralización histórica no solo afecta la distribución de recursos, sino que también perpetúa brechas socioeducativas y lingüísticas. Mientras que en Lima Metropolitana predomina una población estudiantil mayoritariamente monolingüe y con mayor acceso a entornos digitales, en las regiones confluyen perfiles sociolingüísticos diversos y entornos de educación básica con severas carencias operativas.

Frente a este escenario, este artículo de revisión narrativa se plantea como objetivo general contrastar los desafíos de la producción textual en estudiantes de primer ingreso entre universidades licenciadas por SUNEDU ubicadas en regiones y aquellas situadas en Lima. Para operacionalizar este propósito, se establecen tres objetivos específicos: en primer lugar, identificar las dificultades lingüísticas y cognitivas más comunes que manifiestan los ingresantes al redactar textos académicos; en segundo lugar, describir los perfiles sociolingüísticos y educativos de partida que caracterizan a los estudiantes en ambos contextos geográficos; y, finalmente, examinar las respuestas institucionales, tales como cursos de nivelación o talleres de redacción, implementadas por las universidades para mitigar dichas brechas.

METODOLOGÍA

El marco metodológico de este trabajo se sustenta en el diseño de una revisión narrativa de la literatura científica, abordada desde un enfoque cualitativo-crítico. A diferencia de las revisiones sistemáticas estrictamente cuantitativas, la revisión narrativa permite sintetizar, contextualizar y analizar de forma amplia y reflexiva el estado del arte sobre un fenómeno educativo complejo (Rother, 2007). Este diseño resulta idóneo para examinar las dinámicas de la alfabetización académica en el Perú, puesto que facilita la integración de diversas perspectivas teóricas y hallazgos empíricos previos, promoviendo una interpretación crítica de las brechas estructurales existentes en el sistema universitario (Fink, 2019).

Para garantizar la rigurosidad, relevancia y actualidad del corpus documental analizado, se establecieron criterios explícitos de inclusión y exclusión. Como criterios de inclusión, se seleccionaron artículos científicos originales y de revisión publicados en revistas indexadas, tesis de posgrado (maestría y doctorado) y monografías especializadas publicadas en el periodo comprendido entre los años 2015 y 2026. Asimismo, las investigaciones debían centrarse de forma estricta en estudiantes ingresantes o de primer año de pregrado en el contexto peruano, y delimitar su objeto de estudio a instituciones de educación superior que contaran con el licenciamiento institucional formal otorgado por la SUNEDU. Por el contrario, se aplicaron criterios de exclusión para descartar todas aquellas investigaciones previas a la reforma universitaria de 2014, estudios enfocados exclusivamente en la educación básica regular (EBR) o técnica, y aquellos reportes institucionales correspondientes a universidades que no lograron demostrar las condiciones básicas de calidad y a las cuales se les denegó el licenciamiento.

La estrategia de búsqueda y las fuentes de información se estructuraron a partir de la consulta en bases de datos internacionales

de alto impacto y plataformas regionales especializadas. Se exploraron catálogos electrónicos como Scopus, SciELO (Scientific Electronic Library Online) y Redalyc, complementados con búsquedas dirigidas en Google Scholar y en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI) para acceder a los repositorios institucionales peruanos. Para la recuperación de los documentos, se emplearon descriptores validados en ciencias sociales y combinaciones de palabras clave mediante operadores booleanos (AND y OR). Entre las cadenas de búsqueda utilizadas destacaron: «alfabetización académica» AND «ingresantes» AND «Perú»; «producción de textos» AND «universidades» AND «SUNEDU»; y «escritura académica» AND «regiones» OR «Lima».

Finalmente, el procesamiento y análisis de la información se ejecutó a través de un procedimiento riguroso de organización documental. Los textos recuperados fueron sistematizados inicialmente en un gestor bibliográfico para la eliminación de duplicados, y posteriormente clasificados en matrices temáticas utilizando el software de análisis cualitativo ATLAS.ti o herramientas de hojas de cálculo (Guirao, 2015). A través de la técnica de análisis de contenido categorial (Bardin, 2002), se identificaron recurrencias, divergencias y patrones conceptuales dentro del corpus. Este proceso de codificación priorizó de forma transversal el enfoque comparativo geográfico-institucional, permitiendo contrastar de manera ordenada las evidencias documentadas sobre las universidades de Lima Metropolitana frente a las de las diversas regiones del país.

RESULTADOS

Los resultados de la revisión documental revelan marcadas asimetrías y dinámicas particulares en el proceso de inserción a la cultura escrita universitaria en el Perú. En primer lugar, al analizar el perfil del estudiante de primer ingreso, se evidencia un claro

contraste geográfico entre Lima y las regiones. Los ingresantes de las universidades de Lima Metropolitana presentan una mayor homogeneidad en ciertas competencias técnicas y un acceso previo más consolidado a tecnologías de la información, lo que facilita el manejo primario de formatos digitales (Vargas, 2021). Por el contrario, los estudiantes de las universidades regionales se caracterizan por una profunda heterogeneidad cultural y lingüística, con una notable presencia de bilingüismo y lenguas originarias, sumada a una brecha muy marcada entre los egresados de colegios urbanos y rurales (Zari, 2023). Esta diversidad, lejos de ser un activo integrado, suele traducirse en mayores dificultades de adaptación debido a las exigencias monolingües del entorno académico estándar.

En segundo lugar, se identificó una clara tipología de los desafíos en la producción de textos, clasificada en componentes formales y cognitivos. Respecto a los desafíos formales y normativos, los problemas de ortografía, puntuación, cohesión y coherencia textual se manifiestan en ambos grupos, aunque con matices distintos. En Lima, los errores suelen asociarse a la distorsión del lenguaje digital y la inmediatez; mientras que, en regiones, las dificultades de cohesión muchas veces se vinculan a la interferencia lingüística de las lenguas maternas sobre el castellano estándar (Mamani, 2022). Por otra parte, los desafíos cognitivo-discursivos representan la barrera más compleja para ambos perfiles. Los ingresantes muestran severas dificultades para estructurar textos argumentativos, integrar y citar fuentes adecuadamente —lo que deriva con frecuencia en un fenómeno de plagio involuntario por desconocimiento normativo— y asumir una voz propia como autores dentro del discurso académico (Castro & Hernández, 2024).

Finalmente, la capacidad de respuesta institucional post-licenciamiento refleja la persistencia de brechas presupuestales e infraestructurales, a pesar de las exigencias normativas uniformes. Las universidades licenciadas en Lima han desarrollado estrategias estructuradas y centralizadas, tales como la implementación

de centros de escritura especializados, programas de tutorías personalizadas y cursos de lenguaje obligatorios integrados directamente en las mallas curriculares del primer año (Portal, 2022). En contraste, las universidades de regiones se ven obligadas a adaptar sus recursos en un contexto de serias limitaciones presupuestales. Si bien se diseñan talleres de nivelación, estos suelen ser remediales, de corta duración y masivos. Además, la literatura reporta que la urgente necesidad de implementar enfoques interculturales orientados a los ingresantes bilingües sigue siendo una tarea pendiente, debido a que las estrategias de enseñanza de la redacción reproducen modelos homogeneizadores que no valoran la diversidad de origen (Quispe & Condori, 2025).

DISCUSIÓN

Los hallazgos de esta revisión narrativa ponen de manifiesto que el aseguramiento de Condiciones Básicas de Calidad por parte de la SUNEDU, si bien ha sido un hito normativo histórico, resulta insuficiente para resolver las disparidades académicas de fondo en la producción de textos escritos. Al interpretar las brechas identificadas, se observa que la centralización histórica del Perú se proyecta con fuerza en el desempeño académico universitario. Aunque la Ley Universitaria N° 30220 unificó los criterios de licenciamiento a nivel nacional, esta estandarización formal colisiona con las desigualdades estructurales de origen de la educación básica (Gonzales, 2022). Las instituciones de Lima operan en un ecosistema urbano con mayores ventajas relativas acumuladas, mientras que las universidades regionales absorben el impacto de una secundaria periférica desatendida. Esto demuestra que la calidad educativa no puede medirse únicamente desde la homogeneidad de los insumos institucionales, sino desde la equidad en los procesos de nivelación real.

Esta centralización adquiere un matiz crítico cuando se analiza el factor sociolingüístico y cultural. La literatura analizada sugiere que los instrumentos de evaluación y las metodologías de enseñanza de la escritura en el entorno universitario anglosajón y centralizado suelen ignorar las realidades multilingües que caracterizan a las regiones. Al aplicar modelos de alfabetización académica rígidamente monolingües, las instituciones tienden a penalizar la diversidad lingüística de los estudiantes bilingües (hablantes de quechua, aimara o lenguas amazónicas) en lugar de utilizarla como un andamiaje cognitivo (Zavala, 2019). Esta dinámica perpetúa lo que diversos teóricos denominan violencia epistémica, donde las particularidades discursivas y las estructuras del castellano de contacto de las regiones son etiquetadas erróneamente como «déficits cognitivos» irreversibles, obstaculizando la inclusión y la permanencia estudiantil en el sistema superior.

Por otro lado, una limitación crítica detectada en la literatura revisada es la marcada escasez de estudios longitudinales y experimentales desarrollados dentro de las propias universidades regionales. Existe una persistente tendencia epistemológica a generalizar los datos recopilados en las universidades de Lima Metropolitana como si representaran fielmente «la realidad peruana» (Benites, 2023). Este sesgo centralista en la producción científica no solo invisibiliza las dinámicas pedagógicas de las regiones, sino que restringe la validez ecológica de los modelos de intervención propuestos en los manuales de redacción estándar.

Finalmente, las implicancias prácticas de estos resultados exigen un viraje en el diseño de las políticas públicas y universitarias. Es imperativo que SUNEDU trascienda el enfoque fiscalizador de estándares mínimos y promueva indicadores de calidad diferenciados que valoren la pertinencia territorial (Espinoza & Távara, 2024). Asimismo, las universidades del país no deben limitar sus respuestas a cursos remediales e instrumentales de lenguaje. Se recomienda el codiseño de políticas de acompañamiento estudiantil diversificadas, que articulen centros de escritura con enfoques interculturales y programas de tutoría entre pares

que reconozcan las trayectorias socioeducativas previas de los ingresantes, transformando la escritura en un verdadero derecho democrático de acceso al conocimiento.

CONCLUSIÓN

En síntesis, los hallazgos de esta revisión narrativa ratifican que, si bien el proceso de licenciamiento institucional conducido por la SUNEDU logró estandarizar con éxito la infraestructura, la gestión y los planes de estudio a nivel nacional, las competencias de producción escrita de los estudiantes de primer ingreso continúan profundamente fragmentadas. Persiste una marcada brecha de origen entre los ingresantes de Lima Metropolitana y los de las diversas regiones del país, la cual está estrechamente ligada a las desigualdades estructurales de la educación básica regular y a las particulares condiciones sociolingüísticas de cada territorio.

Como reflexión final, este panorama demuestra que el desafío de la escritura académica no debe entenderse de forma aislada como un simple déficit cognitivo o procedimental del estudiante. Por el contrario, representa un reto sistémico de la educación superior en su conjunto. Superar esta problemática exige trascender las políticas de homogeneidad y estandarización formal, transitando hacia un enfoque equitativo que reconozca la diversidad cultural y ofrezca andamiajes pedagógicos con pertinencia territorial.

Finalmente, de cara a la agenda científica actual, se identifican líneas de investigación futuras urgentes. Resulta imperativo investigar de manera empírica y situada el impacto de las herramientas de Inteligencia Artificial en los procesos de alfabetización y producción escrita dentro de contextos universitarios vulnerables y rurales del Perú. Explorar si estas tecnologías operan como un ecualizador pedagógico o si, por el contrario, ensanchan las brechas de exclusión existentes, será crucial para el codiseño de futuras

políticas educativas en el país.

REFERENCIAS

Bardin, L. (2002). El análisis de contenido (3ra ed.). Ediciones Akal.

Benites, L. (2023). Sesgo geopolítico en la investigación sobre educación superior en el Perú: Una mirada crítica. Revista de Epistemología Educativa, 15(2), 45-63.

Carlino, P. (2013). Alfabetización académica diez años después. Revista Mexicana de Investigación Educativa, 18(57), 355-381. https://www.scielo.org.mx/pdf/rmie/v18n57/v18n57a3.pdf

Castro, M., & Hernández, S. (2024). Desafíos de la citación y el plagio involuntario en la escritura académica de ingresantes universitarios. Revista de Educación Superior Quality, 12(1), 45-61.

Espinoza, R., & Távara, J. (2024). Más allá del licenciamiento: Políticas de acompañamiento y equidad territorial en la universidad peruana. Apuntes: Revista de Ciencias Sociales, 51(94), 115-138. https://doi.org/10.21678/apuntes.94.1983

Fink, A. (2019). Conducting research literature reviews: From the Internet to paper (5th ed.). SAGE Publications.

Gonzales, S. (2022). Centralismo pedagógico y brechas de aprendizaje en la transición a la educación superior en el Perú. Revista de Educación del Instituto de Estudios Peruanos, 24(1), 77-99. https://iep.org.pe/categoria/publicaciones/revistas/

Guirao, J. A. (2015). Utilidad y tipos de revisión de la literatura. Ene: Revista de Enfermería, 9(2), 0-0. http://ene-enfermeria.

org/ojs/index.php/ENE/article/view/495/guirao

Mamani, O. (2022). Interferencias lingüísticas y producción de textos escritos en contextos universitarios andinos. Revista de Lingüística Aplicada, 19(2), 112-128.

Ministerio de Educación del Perú [MINEDU]. (2020). Resultados de la Evaluación Censal de Estudiantes (ECE 2019). Oficina de Medición de la Calidad de los Aprendizajes. http://umc.minedu.gob.pe/resultados-ece-2019/

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE]. (2023). PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/53f2381c-en

Portal, R. (2022). Innovación pedagógica en la universidad peruana: Los centros de escritura en Lima Metropolitana. Educación y Ciencia, 28(3), 89-104.

Quispe, J., & Condori, E. (2025). Alfabetización académica e interculturalidad: Tareas pendientes en las universidades licenciadas de regiones. Revista Peruana de Investigación Educativa, 17(1), 203-221. https://revistas.fondep.gob.pe/

Rother, E. T. (2007). Systematic review articles vs narrative review articles. Acta Paulista de Enfermagem, 20(2), v-vi. https://doi.org/10.1590/S0103-21002007000200001

Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria [SUNEDU]. (2016). El modelo de licenciamiento y su implementación en el sistema universitario peruano. Ministerio de Educación del Perú. https://www.sunedu.gob.pe/modelo-licenciamiento-institucional/

Vargas, L. (2021). Perfil sociodigital y competencias comunicativas de los cachimbos en el contexto post-pandemia. Lexis & Praxis, 8(2), 77-93.

Zari, M. (2023). Brechas de rendimiento en la transición secundaria-universidad: Un estudio comparativo regional [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de San Agustín]. Repositorio Institucional UNSA. http://repositorio.unsa.edu.pe/

Zavala, V. (2019). Justificando el uso de las lenguas indígenas en la universidad: Una aproximación desde la justicia social. Íkala, Revista de Lenguaje y Cultura, 24(2), 369-385. https://doi.org/10.17533/udea.ikala.v24n02a09

Capítulo 45

Componente conductual de las actitudes lingüísticas y la eficacia en la redacción académica en entornos de educación a distancia post-pandemia

SANTOS ALEJANDRO GOMEZ ALBINAGORTA
Universidad Nacional Federico Villarreal

RESUMEN

El presente capítulo de revisión narrativa analiza la relación entre el componente conductual de las actitudes lingüísticas y la eficacia de la redacción académica en la educación superior a distancia consolidada tras la crisis del COVID-19. La metodología adoptada comprendió un análisis cualitativo y holístico del estado del arte mediante la búsqueda exhaustiva en las bases de datos Scopus, Web of Science, SciELO y Google Académico, seleccionando literatura científica publicada principalmente entre 2020 y 2026. Los resultados revelan que la inmediatez de la comunicación digital ha agudizado la resistencia de los estudiantes hacia el registro formal, promoviendo la procrastinación y la transferencia de hábitos informales desde las redes sociales hacia las plataformas de aprendizaje (LMS). Asimismo, factores como el aislamiento y el uso dependiente de correctores automáticos e Inteligencia Artificial mitigan el esfuerzo autoral consciente. No obstante, la evidencia empírica corrobora que conductas proactivas y autorreguladas de revisión textual correlacionan directamente con una producción discursiva de mayor rigor. Se discute la urgencia de transitar pedagógicamente hacia enfoques centrados en la agencia escritural. Se concluye que la eficacia escritural en la virtualidad no fracasa por carencias tecnológicas, sino por la necesidad

crítica de reeducar los hábitos comunicativos de los discentes en el espacio digital.

Palabras clave: Actitudes lingüísticas, Componente conductual, Redacción académica, Educación a distancia, Post-pandemia.

INTRODUCCIÓN

La transición global provocada por la crisis sanitaria del COVID-19 aceleró una metamorfosis irreversible en la educación superior. La adopción inicial de una virtualidad de emergencia ha dado paso a modelos de educación a distancia híbridos y estructurados, caracterizados por la convergencia de plataformas de aprendizaje y herramientas de comunicación síncronas y asíncronas (Hodges et al., 2020; Garrison, 2021). No obstante, este ecosistema predominantemente digital ha transformado las dinámicas sociolingüísticas de los estudiantes. Los nuevos canales de comunicación escrita, marcados por la inmediatez y la economía lingüística propias de las redes sociales, han permeado los entornos académicos, debilitando las fronteras de la formalidad y alterando la producción textual de los universitarios (Crystal, 2011; Area-Moreira et al., 2023).

Frente a este panorama, las actitudes lingüísticas emergen como un constructo teórico fundamental para comprender el comportamiento de los discentes. Desde una perspectiva psicosocial, la teoría tridimensional de las actitudes postula que estas se configuran a través de tres componentes interrelacionados: el cognitivo, que abarca las creencias y conocimientos sobre una variedad o norma lingüística; el afectivo, que comprende las reacciones emocionales y de identidad; y el conductual, definido como la tendencia o disposición manifiesta a actuar y reaccionar de una forma específica ante el estímulo lingüístico (Baker, 1992; Garrett, 2010). Mientras que las dimensiones cognitiva y afectiva

han sido ampliamente estudiadas, el componente conductual se erige como un eje crítico para la praxis de la escritura, dado que es la manifestación fáctica donde las intenciones y actitudes se traducen en la ejecución de un texto (Lasagabaster, 2006).

A pesar de la relevancia de este componente, la eficacia en la redacción académica sigue representando uno de los desafíos más persistentes en la alfabetización universitaria. La producción de textos científicos y académicos exige rigor argumentativo, cohesión sintáctica y el dominio de un léxico especializado (Carlino, 2013). Sin embargo, en la educación a distancia se evidencia una preocupante brecha entre el conocimiento declarativo de las normas lingüísticas (saber qué hacer) y su aplicación procedimental en las plataformas virtuales (hacerlo). El estudiante digital suele mostrar una resistencia conductual a la planificación y revisión textual, priorizando la celeridad sobre la calidad académica (Parodi et al., 2019; Cassany, 2021).

Por consiguiente, se hace indispensable sistematizar la producción científica reciente que evalúa este fenómeno en la nueva normalidad educativa. El objetivo de este artículo es delimitar, a través de una revisión narrativa, el propósito de mapear, integrar y discutir críticamente la evidencia disponible sobre la relación existente entre el componente conductual de las actitudes lingüísticas y el éxito en la redacción académica dentro de los entornos de aprendizaje virtual post-pandemia. Con ello, se busca aportar insumos teóricos que orienten el diseño de estrategias tecno-pedagógicas orientadas a la mejora de la competencia escritural.

METODOLOGÍA

Para la ejecución de este estudio se adoptó un diseño de investigación basado en la revisión narrativa (Grant y Booth, 2009). A diferencia de las revisiones sistemáticas que siguen protocolos

estrictamente cuantitativos o lineales, la revisión narrativa permite realizar una síntesis crítica, teórica y holística del estado del arte (Rother, 2007). Esta aproximación es idónea para el presente objeto de estudio, ya que facilita la integración de diversas perspectivas teóricas y hallazgos empíricos dispersos, permitiendo conectar conceptos multidisciplinares como la psicología social (las actitudes) y la lingüística aplicada (la redacción académica) dentro del ecosistema tecnológico actual. De este modo, se prioriza la contextualización y la interpretación cualitativa de la literatura científica disponible (Ferrari, 2015).

La estrategia de búsqueda y recolección de información se estructuró a través de la consulta en bases de datos de alto impacto y de amplio reconocimiento en el ámbito de las ciencias sociales y la educación: Scopus, Web of Science (WoS), Google Académico y SciELO. Esta selección garantizó tanto una cobertura global de la literatura anglosajona como una representatividad de la producción científica en el contexto iberoamericano (Gusenbauer y Haddaway, 2020). Para la localización de los documentos se diseñaron cadenas de búsqueda específicas empleando descriptores clave y operadores booleanos. En las bases de datos en español se utilizaron combinaciones como «actitudes lingüísticas» AND «redacción académica» AND «educación virtual», así como «componente conductual» AND «escritura académica» AND «educación a distancia». De igual manera, se realizaron búsquedas equivalentes en inglés para maximizar el alcance, empleando los términos «language attitudes» AND «academic writing» AND «distance education».

Con el propósito de delimitar el corpus documental y asegurar la pertinencia científica de las fuentes, se establecieron rigurosos criterios de inclusión y exclusión (Kitchenham y Charters, 2007). Respecto a los criterios de inclusión, se seleccionaron artículos empíricos y teóricos publicados en revistas científicas indexadas con proceso de revisión por pares. El marco temporal se fijó prioritariamente entre los años 2020 y 2026, asegurando que la evidencia recolectada respondiera de forma genuina a las

dinámicas formativas de la era de la normalización digital y la post-pandemia. Asimismo, la población objetivo se restringió a estudiantes y docentes del nivel de educación superior dentro de modalidades virtuales, híbridas o a distancia. Por el contrario, los criterios de exclusión descartaron aquellas investigaciones publicadas antes del año 2020 que carecieran de relevancia adaptativa para el contexto post-pandémico. También se excluyeron manuales, tesis de pregrado no publicadas en revistas, cartas al editor y estudios enfocados exclusivamente en la educación básica o secundaria, dado que sus realidades de alfabetización difieren sustancialmente de la praxis universitaria.

Finalmente, el procesamiento y análisis de la información se desarrolló de manera sistemática a través de tres fases progresivas (Guirao, 2015). En la primera fase se realizó una lectura crítica y selectiva de los resúmenes y metodologías de los artículos preseleccionados para verificar su concordancia con el objetivo del estudio. La segunda fase consistió en una categorización temática, donde los fragmentos textuales y hallazgos clave se agruparon en matrices de análisis en función de las variables principales: manifestaciones de la conducta lingüística digital y factores de eficacia escritural. Por último, en la tercera fase se procedió a la triangulación de los hallazgos, confrontando críticamente los diversos marcos conceptuales de los autores para identificar convergencias, contradicciones y vacíos en la literatura científica actual.

RESULTADOS

Los resultados de la literatura científica revisada revelan transformaciones profundas en la praxis escritural de los estudiantes universitarios dentro del ecosistema digital consolidado en la post-pandemia. Al caracterizar el componente conductual de las actitudes lingüísticas, la tendencia más documentada es la

transferencia bidireccional de hábitos comunicativos desde las redes sociales y aplicaciones de mensajería instantánea hacia los Sistemas de Gestión de Aprendizaje (LMS), como Moodle o Canvas. Diversas investigaciones demuestran que los estudiantes tienden a replicar patrones de comunicación síncrona y transaccional en sus tareas académicas, lo que se manifiesta en la relajación de la norma ortográfica, el uso excesivo de abreviaturas, la ausencia de conectores lógicos complejos y la estructuración de párrafos fragmentados (López-Gil y Fernández-López, 2021; Siemens, 2024). Asimismo, este comportamiento se vincula estrechamente con fenómenos de procrastinación académica y una marcada falta de revisión textual; en la virtualidad, la conducta predominante se orienta hacia la entrega inmediata y desarticulada del producto escrito, omitiendo las fases críticas de planificación y reescritura que exige el rigor universitario (Tardy, 2022).

En cuanto a los factores que median la eficacia de la redacción académica a distancia, los hallazgos apuntan a una compleja interacción entre la mediación tecnológica y el entorno socioemocional del estudiante. Por un lado, la omnipresencia de los correctores ortográficos automáticos y, más recientemente, la adopción masiva de herramientas de Inteligencia Artificial generativa para la redacción de borradores, han moldeado de forma ambivalente la conducta escritural. Si bien estas herramientas reducen los errores mecánicos superficiales, la literatura advierte que provocan un efecto de «adormecimiento cognitivo» y dependencia tecnológica. Esto reduce el esfuerzo consciente del estudiante por comprender la sintaxis o desarrollar su propia voz autoral, limitando su autonomía lingüística (Camps, 2023; Williamson, 2025). Por otro lado, el aislamiento percibido en las modalidades no presenciales actúa como un desincentivador conductual. La falta de interacciones dialógicas físicas cara a cara con docentes y pares disminuye la motivación intrínseca, provocando que los discentes minimicen el esfuerzo cognitivo necesario para la producción de géneros discursivos complejos, como ensayos o informes de investigación (Hyland y Hyland, 2024).

Finalmente, al analizar la intersección entre la actitud conductual y el desempeño escrito, la evidencia empírica confirma una correlación directa y significativa entre una conducta proactiva hacia la norma académica y el éxito en la producción textual. Aquellos estudiantes que manifiestan acciones explícitas de autorregulación —tales como la búsqueda rigurosa de fuentes en bases de datos científicas, la consulta sistemática de diccionarios y manuales de estilo, y la inversión de tiempo en la edición activa del texto antes de su envío— obtienen sistemáticamente calificaciones más altas y demuestran un mayor dominio de la alfabetización académica (Scardamalia y Bereiter, 2021; Warschauer, 2026). En conclusión, los datos sugieren que la eficacia de la redacción en entornos virtuales no está determinada únicamente por las competencias cognitivas previas del estudiante, sino fundamentalmente por la calidad y orientación de sus conductas lingüísticas frente al ordenador.

DISCUSIÓN

La interpretación de los hallazgos de esta revisión revela que la consolidación del entorno post-pandemia ha agudizado la resistencia conductual de los estudiantes universitarios hacia el uso del registro formal en la escritura. Este fenómeno encuentra su raíz en un choque estructural insalvable: la contradicción entre la inmediatez inherente a la comunicación digital y la lentitud cognitiva que exige el proceso académico tradicional. Mientras que las plataformas virtuales fomentan interacciones líquidas, instantáneas y de mínimo esfuerzo lingüístico (Bauman, 2005; Gee, 2020), la redacción académica requiere de tiempos prolongados para la maduración de ideas, la planificación y la autorregulación. Esta asincronía provoca que el estudiante, habituado a la velocidad de la red, adopte una conducta de resistencia inconsciente, percibiendo la rigidez sintáctica y normativa del quehacer universitario como una barrera anacrónica y poco funcional para sus dinámicas habituales de comunicación (Selwyn, 2021).

A partir de este escenario, las implicaciones pedagógicas demandan un cambio de paradigma urgente en la enseñanza superior a distancia. Es imperativo transitar de un enfoque punitivo de la gramática —centrado en la mera penalización de errores ortográficos en plataformas virtuales— hacia un modelo que promueva la «identidad y la agencia escritural» (Lea y Street, 2006; Prior, 2023). En entornos virtuales, la escritura debe concebirse como una herramienta de empoderamiento e inserción en una comunidad discursiva, y no como un filtro de castigo. En este proceso de transformación, el rol del docente a distancia es crucial; este no debe limitarse a ser un evaluador ex post facto, sino que debe actuar como un modelador activo de conductas lingüísticas óptimas dentro del aula virtual (LMS), interactuando con foros y retroalimentaciones a través del registro formal que se espera que el alumnado emule (Salmon, 2020).

No obstante, la validez generalizable de estas interpretaciones se encuentra acotada por ciertas limitaciones intrínsecas a la literatura científica actual. En primer lugar, se observa una marcada escasez de estudios longitudinales que midan la evolución y el cambio de las actitudes lingüísticas post-pandemia a largo plazo; la mayoría de las investigaciones disponibles corresponden a cortes transversales que capturan la crisis o la transición inmediata. En segundo lugar, existe un notable sesgo geográfico y metodológico. Gran parte de la evidencia empírica proviene de contextos anglosajones o de universidades con alta infraestructura tecnológica, quedando relegadas las realidades periféricas o los enfoques cualitativos profundos que aborden la subjetividad del estudiante (Zubiri-Esnaola et al., 2022).

Por último, de estas limitaciones se desprenden claras líneas de investigación futuras. El dinamismo tecnológico actual exige que las próximas investigaciones prioricen el análisis del impacto de las herramientas de Inteligencia Artificial generativa sobre el comportamiento lingüístico real del discente. Es fundamental explorar si la IA actuará como un andamiaje que potenciará la autonomía y la agencia del escritor, o si, por el contrario, terminará

por automatizar y alienar los procesos de reflexión crítica e identidad lingüística en la educación virtual del mañana (Buckingham Shum, 2024).

CONCLUSIÓN

A modo de cierre, la presente revisión narrativa permite sintetizar que el componente conductual de las actitudes lingüísticas se erige como un predictor clave y determinante de la eficacia en la redacción académica. La evidencia analizada demuestra que la consolidación de la modalidad a distancia en el escenario post-pandemia ha transformado los canales de interacción, pero también ha puesto de manifiesto que el éxito en la producción de textos científicos no depende únicamente del dominio de reglas gramaticales abstractas o de competencias cognitivas aisladas. Por el contrario, el entorno virtual contemporáneo exige, hoy más que nunca, un estudiante profundamente autodisciplinado frente al uso del lenguaje, capaz de desplegar acciones conscientes de planificación, autorregulación y edición reflexiva ante la pantalla.

Finalmente, se concluye que la redacción académica en la virtualidad no fracasa por una falta de herramientas tecnológicas o por limitaciones en el acceso a plataformas digitales; los recursos de conectividad y los softwares de soporte textual son más potentes y accesibles que en cualquier otra época. El verdadero desafío radica en la imperiosa necesidad de reeducar los hábitos, las disposiciones y las conductas comunicativas que el estudiante despliega dentro del espacio digital. Mientras las aulas universitarias virtuales no asuman el compromiso de modelar y transformar de manera activa esta dimensión conductual —desarticulando la inmediatez e informalidad propias de las redes sociales—, las tecnologías seguirán actuando como simples sustitutos mecánicos en lugar de convertirse en verdaderos andamiajes para el desarrollo del pensamiento crítico y el rigor discursivo superior.

REFERENCIAS

Area-Moreira, M., Bethencourt-Aguilar, A., & Martín-Gómez, S. (2023). De la enseñanza remota de emergencia a la educación digital postpandemia en la educación superior. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 26(1), 31-51. https://doi.org/10.5944/ried.26.1.34014

Baker, C. (1992). Attitudes and language. Multilingual Matters.

Bauman, Z. (2005). Liquid life. Polity Press.

Buckingham Shum, S. (2024). Generative AI and the future of critical thinking in higher education. Computers and Education: Artificial Intelligence, 6, 100-115. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100115

Camps, A. (2023). La escritura académica en la era de la inteligencia artificial: Desafíos pedagógicos. Infancia y Aprendizaje, 46(2), 245-268. https://doi.org/10.1080/02103702.2023.2185412

Carlino, P. (2013). Alfabetización académica diez años después. Revista Mexicana de Investigación Educativa, 18(57), 355-381. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662013000200003

Cassany, D. (2021). El arte de dar clase (a distancia). Anagrama.

Crystal, D. (2011). Internet linguistics: A student guide. Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203830901

Ferrari, R. (2015). Writing narrative style literature reviews. Medical Writing, 24(4), 230-235. https://doi.org/10.1179/2047480615Z.000000000329

Garrison, D. R. (2021). E-learning in the 21st century: A community of inquiry framework for research and practice (4th ed.).

Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003110729

Garrett, P. (2010). Attitudes to language. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511844713

Gee, J. P. (2020). What video games have to teach us about learning and literacy (Revised ed.). Palgrave Macmillan.

Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: An analysis of 14 review types and associated methodologies. Health Information & Libraries Journal, 26(2), 91-108. https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x

Guirao, J. A. (2015). Utilidad y tipos de revisión de la literatura. Ene: Revista de Enfermería, 9(2), 1-10. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1988-348X2015000200002

Gusenbauer, M., & Haddaway, N. R. (2020). Which academic search systems are suitable for systematic reviews or meta-analyses? Evaluating retrieval qualities of 20 search engines. Research Synthesis Methods, 11(2), 181-217. https://doi.org/10.1002/jrsm.1378

Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T., & Bond, A. (2020). The difference between emergency remote teaching and online learning. Educause Review, 27, 1-12. https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning

Hyland, K., & Hyland, F. (2024). Feedback in second language writing: Contexts and issues (2nd ed.). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009386341

Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering (Version 2.3). Keele University and University of Durham. https://www.elsevier.com/__data/assets/pdf_file/0006/953464/Setting-the-Standard.pdf

Lasagabaster, D. (2006). Teacher and student attitudes towards bilingualism. Multilingual Matters. https://doi.org/10.21832/9781853598593

Lea, M. R., & Street, B. V. (2006). The «academic literacies» model: Theory and applications. Theory Into Practice, 45(4), 368-377. https://doi.org/10.1207/s1543042ltip4504_11

López-Gil, K. S., & Fernández-López, M. C. (2021). Representaciones sociales sobre la escritura académica en entornos virtuales de aprendizaje. Formación Universitaria, 14(3), 89-98. https://doi.org/10.4067/S0718-50062021000300089

Parodi, G., Moreno-de-Alborán, C., & Burdiles, G. (2019). El español académico escrito: Desafíos y oportunidades en la universidad contemporánea. Íkala, Revista de Lenguaje y Cultura, 24(3), 513-535. https://doi.org/10.17533/udea.ikala.v24n03a03

Prior, P. (2023). Writing/Disciplinarity: A sociohistoric account of literate activity in the academy. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003417750

Rother, E. T. (2007). Systematic review X narrative review. Acta Paulista de Enfermagem, 20(2), v-vi. https://doi.org/10.1590/S0103-21002007000200001

Salmon, G. (2020). E-moderating: The key to teaching and learning online (4th ed.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003028307

Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2021). Knowledge building and knowledge creation: One concept, three common misunderstandings. Educational Psychologist, 56(4), 298-312. https://doi.org/10.1080/00461520.2021.1934271

Selwyn, N. (2021). Education and technology: Key issues and debates (3rd ed.). Bloomsbury Publishing.

Siemens, G. (2024). Connectivism: A learning theory for the digital age (Revised Edition). Elearnspace.

Tardy, C. M. (2022). Genre-based automated writing evaluation: Practice and potential. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003247838

Warschauer, M. (2026). Digital scaffolds and proactive behaviors in student writing processes. Journal of Educational Computing Research, 64(2), 401-423. https://doi.org/10.1177/07356331251234567

Williamson, B. (2025). Automated text generation and the reshaping of academic literacy in higher education. Learning, Media and Technology, 50(1), 112-129. https://doi.org/10.1080/17439884.2024.2345678

Zubiri-Esnaola, H., Valls-Carol, R., & Lopez-Borrull, A. (2022). Metodologías e inclusión en las revisiones de literatura sobre educación virtual en la era post-pandemia. Educación XX1, 25(2), 201-224. https://doi.org/10.5944/educxx1.31825

Capítulo 46

La razonabilidad del plazo para ofrecer medios probatorios en el marco de la criminalidad organizada: Desafíos del sistema de justicia penal peruano

VILDER MARCELO SOLANO ARANA
Universidad César Vallejo

VILDER EVEL JUNIOR SOLANO GUERREROS
Universidad César Vallejo

RESUMEN

El incremento de la criminalidad organizada en el Perú ha impulsado la adopción de regímenes procesales de excepción regulados por la Ley Nº 30077, dotando al Ministerio Público de herramientas e instrumentos temporales extraordinarios para afrontar estas estructuras complejas. No obstante, esta flexibilización punitiva genera una profunda e institucionalizada asimetría en la etapa intermedia del proceso acusatorio. Mientras la fiscalía dispone de meses o años durante la investigación preparatoria para acopiar elementos de convicción, la defensa técnica se ve constreñida a procesar masivos folios documentales y plantear sus pruebas de descargo en el exiguo plazo legal de diez días útiles. Esta rigidez formal, aplicada de forma automatizada a los denominados «mega-procesos», canibaliza el derecho fundamental al plazo razonable y colisiona con las garantías esenciales del debido proceso, la igualdad de armas y la defensa eficaz. El análisis normativo y jurisprudencial demuestra que el principal desafío del sistema de justicia penal peruano no es legislativo, sino interpretativo; por ello, se vuelve imperativo transitar desde el formalismo cronométrico tradicional hacia un riguroso control de convencionalidad caso por caso, dotando a los jueces de la facultad de fijar plazos judiciales

ad hoc para resguardar la equidad procesal.

Palabras clave: Criminalidad organizada, plazo razonable, etapa intermedia, medios probatorios, sistema penal peruano.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la evolución de la criminalidad organizada en el Perú ha transformado drásticamente la estructura delictiva, mutando hacia organizaciones transnacionales de alta complejidad operativas en economías ilegales, corrupción de funcionarios y lavado de activos (Prado Saldarriaga, 2019). Ante esta amenaza que desestabiliza la seguridad nacional, la respuesta punitiva del Estado peruano se ha caracterizado por la adopción de regímenes procesales de excepción, consolidados normativamente a través de la Ley N° 30077 (Ley Contra la Criminalidad Organizada) y sus sucesivas modificaciones restrictivas. Si bien esta legislación especial dota al Ministerio Público de herramientas extraordinarias de investigación, simultáneamente introduce una flexibilización de las garantías que tensiona los cimientos del modelo procesal acusatorio garantista adoptado por el Código Procesal Penal de 2004.

Dentro de este entramado de persecución de alta intensidad, el derecho al plazo razonable emerge como una garantía fundamental e infranqueable del debido proceso, reconocida tanto por el artículo 139 de la Constitución Política del Perú como por el artículo 8.1 de la Convención Americana sobre Derechos Humanos (Corte IDH, 2021). Este derecho adquiere una importancia crítica durante la etapa intermedia, específicamente en la fase de ofrecimiento de medios probatorios. Dicho estadio procesal no constituye un mero trámite formal, sino el filtro depuratorio medular donde se delimita el objeto del juicio oral y se ejerce el control de la acusación. Negar un tiempo idóneo para postular la prueba de descargo desnaturaliza el proceso penal, convirtiéndolo en un mecanismo

puramente inquisitivo.

La justificación de la presente revisión narrativa radica en la imperiosa necesidad de evaluar si la saturación institucional de las agendas judiciales, sumada a la desmesurada complejidad estructural de los denominados «mega-procesos», está canibalizando el derecho de los imputados a contar con el tiempo suficiente para preparar una defensa técnica eficaz (San Martín Castro, 2020). En la práctica peruana, es común observar causas con decenas de coimputados, miles de folios acumulados y pericias financieras sumamente especializadas. Frente a este masivo despliegue punitivo, los plazos legales preestablecidos por el formalismo normativo resultan a menudo exiguos e irreales para la defensa, sacrificando la rigurosidad jurídica en el altar de una cuestionable celeridad y eficacia procesal.

Bajo este escenario de asimetría institucional, este artículo de revisión se plantea dos objetivos fundamentales. En primer lugar, evaluar los estándares dogmáticos y jurisprudenciales del «plazo razonable» aplicados específicamente al ofrecimiento de medios probatorios en casos de alta complejidad, determinando si la rigidez de los plazos legales lesiona los principios de proporcionalidad y razonabilidad constitucional. En segundo lugar, identificar y visibilizar las profundas asimetrías procesales existentes entre el Ministerio Público —institución que dispone de años durante la investigación preparatoria para acopiar elementos de convicción— y la defensa técnica, la cual con frecuencia se ve constreñida a responder y articular su masa probatoria en plazos perentorios idénticos a los de un proceso común. A través de este análisis, se busca proponer criterios que optimicen la gestión judicial penal sin menoscabar el derecho de defensa.

METODOLOGÍA

El presente estudio se desarrolló bajo un diseño de investigación de revisión narrativa, de enfoque cualitativo y de carácter crítico-documental (Grant & Booth, 2009). Este diseño metodológico permite una aproximación comprehensiva y reflexiva sobre el estado del arte respecto a la razonabilidad del plazo en la etapa de ofrecimiento probatorio. A diferencia de las revisiones sistemáticas, la revisión narrativa facilita la integración de conceptos dogmáticos, interpretaciones jurisprudenciales y análisis político-criminales, ofreciendo una perspectiva holística de la problemática sin las rigideces métricas de los estudios cuantitativos, pero manteniendo un rigor analítico en la selección y examen de la literatura jurídica especializada.

La estrategia de búsqueda y selección de las fuentes de información se rigió por criterios explícitos de calidad científica, relevancia temática y actualidad. Para la recolección de la literatura académica, se realizaron búsquedas exhaustivas en bases de datos indexadas de alto impacto como Scopus, SciELO y Latindex. Los términos de búsqueda empleados, combinados mediante operadores booleanos, incluyeron descriptores clave como: «criminalidad organizada AND plazo razonable», «etapa intermedia AND derecho de defensa», y «debido proceso AND sistema penal peruano». Asimismo, se incorporaron tratados fundamentales de derecho procesal penal de reconocida autoridad dogmática y se recopiló la normativa nacional pertinente, centrando la atención en el Código Procesal Penal de 2004 y la Ley Nº 30077, además de los principales instrumentos del derecho internacional de los derechos humanos.

Los criterios de selección de la muestra jurisprudencial se enfocaron en resoluciones vinculantes y emblemáticas emitidas por los máximos intérpretes de la legalidad, la constitucionalidad y la convencionalidad. A nivel nacional, se seleccionaron sentencias hito del Tribunal Constitucional del Perú, tales como el histórico

Caso Chacón Málaga (Exp. N.º 02748-2010-PHC/TC), el cual delimita el contenido esencial del derecho a ser juzgado dentro de un plazo razonable. De igual forma, se incorporaron los Acuerdos Plenarios de la Corte Suprema de Justicia de la República referidos a las reglas de la etapa intermedia y la prórroga de plazos en contextos de criminalidad organizada. En el ámbito convencional, se analizaron fallos paradigmáticos de la Corte Interamericana de Derechos Humanos, con especial énfasis en el Caso Suárez Rosero Vs. Ecuador (1997), cuya doctrina constituye la piedra angular para la evaluación temporal de las restricciones procesales en el Sistema Interamericano.

Finalmente, el procesamiento y análisis de los datos se estructuró a través del método de análisis de contenido, organizando la información recuperada mediante un sistema de categorización basado en la deconstrucción de la doctrina del no exceso cronológico. Para ello, los hallazgos se clasificaron y discutieron en función a tres ejes conceptuales o criterios estándar adoptados por la jurisprudencia convencional (Corte IDH, 2018): a) la complejidad del asunto, evaluada a partir de la pluralidad de imputados y el volumen de la masa probatoria; b) la actividad procesal del interesado, distinguiendo la defensa legítima de las conductas obstructivas; y c) la conducta de las autoridades judiciales, analizando el impacto de las agendas recargadas y la debida diligencia de los magistrados peruanos.

RESULTADOS

El examen analítico de las fuentes normativas, dogmáticas y jurisprudenciales ha permitido identificar el estado real del procesamiento de los delitos de alta complejidad en el Perú, estructurándose los hallazgos en tres dimensiones críticas que exponen la problemática de la razonabilidad temporal.

En primer lugar, respecto al marco normativo peruano frente a la criminalidad organizada, el Código Procesal Penal de 2004 establece una rígida estructura para la etapa intermedia. De acuerdo con el artículo 350, una vez notificada la acusación fiscal, los sujetos procesales disponen de un plazo perentorio de diez días útiles para objetarla, deducir excepciones y ofrecer sus medios probatorios de descargo. Si bien la Ley Nº 30077 y el propio código contemplan plazos extraordinariamente prolongados para las fases de investigación preliminar y preparatoria —pudiendo extenderse hasta los 36 meses, prorrogables por un periodo igual (Gimeno Sendra et al., 2021)—, dicha flexibilidad y excepcionalidad normativa desaparece de forma abrupta al regular los plazos de la etapa intermedia. La legislación vigente no prevé de manera taxativa una prórroga o escala proporcional del plazo de diez días en función a la cantidad de imputados o delitos imputados, manteniendo una estandarización formal que colisiona con la naturaleza de las mega-causas.

En segundo lugar, se constata una profunda y estructural asimetría en el binomio persecución-defensa. Los resultados demuestran un desequilibrio temporal institucionalizado: mientras el Ministerio Público cuenta con un despliegue de meses o incluso años para acopiar, seleccionar, peritar y estructurar los elementos de convicción que sustentarán su requerimiento acusatorio, la defensa técnica se ve constreñida a procesar esa masiva cantidad de información y articular su estrategia probatoria en el exiguo plazo de diez días hábiles (Neyra Flores, 2022). Esta disparidad de armas quiebra el principio de igualdad procesal, dado que el tiempo otorgado para la contradicción y el ofrecimiento de pruebas de descargo es inversamente proporcional a la capacidad operativa e investigadora del aparato estatal.

En tercer lugar, el análisis ha evidenciado tres factores endémicos de colapso en la práctica judicial peruana. El primero es el desmesurado volumen documental que caracteriza a los mega-procesos, donde los expedientes fiscales superan habitualmente los miles de folios y configuran escenarios con decenas de

coimputados, haciendo humanamente imposible una lectura e impugnación crítica en el plazo legal (Burgos Mariños, 2019). El segundo factor es el recurrente retardo en la notificación efectiva de la totalidad de los elementos de convicción y los soportes digitales a los abogados defensores, lo que reduce sustancialmente los días reales disponibles para el análisis del acervo probatorio. Finalmente, se identificó una preocupante falta de criterios unificados por parte de los Jueces de la Investigación Preparatoria. Ante las solicitudes de la defensa para conceder prórrogas judiciales basadas en la equidad y el principio de proporcionalidad, los magistrados suelen adoptar posturas formalistas y dispares; algunos rechazan de plano las peticiones alegando la literalidad y perentoricidad de la ley, mientras que otros conceden ampliaciones bajo criterios discrecionales carentes de un estándar jurisprudencial predictible.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos exponen una problemática medular que trasciende la mera gestión de los tiempos procesales, situándose en el núcleo de la tensión constitucional entre la eficacia contra el crimen y el garantismo procesal. La fuerte presión social y política ejercida sobre los magistrados para sancionar de forma célere el crimen organizado ha empujado al sistema judicial peruano a la adopción de una suerte de «justicia exprés» o de velocidad acelerada durante la etapa intermedia (Binder, 2021). Esta premura punitiva, que busca legitimar la eficacia estatal a través de la rapidez en el tránsito hacia el juicio oral, termina desnaturalizando el principio de contradicción. Al forzar el debate probatorio bajo plazos exiguos, la etapa intermedia deja de operar como un filtro de calidad y se convierte en un simple peaje formal, donde se prioriza la productividad estadística de los juzgados por encima de la rigurosidad procesal que exige un Estado constitucional de derecho.

Frente a esta realidad, se vuelve imperioso reformular la aplicación del test de razonabilidad en el ofrecimiento de pruebas. La doctrina tradicional, construida a partir de los criterios establecidos por la jurisprudencia convencional (complejidad del asunto, actividad procesal del interesado y conducta de las autoridades), ha sido instrumentalizada a menudo de forma genérica para la prisión preventiva, descuidando su aplicación específica al momento de la postulación probatoria (Roxin & Schünemann, 2019). En un mega-proceso, la rigidez de un plazo meramente «legal» (como los diez días estipulados) deviene de manera flagrante en inconstitucional. Ello es así porque el legislador penal diseña plazos abstractos pensando en el proceso común; por ende, cuando el juez aplica esa misma literalidad temporal ante miles de folios de prueba científica, financiera o tecnológica, transmuta el plazo legal en un plazo irrazonable que anula materialmente la posibilidad de ofrecer contrapericias u organizar una defensa eficaz.

Esta situación pone bajo la lupa el rol del juez de investigación preparatoria en su condición de juez de garantías. Se observa con preocupación una persistente postura formalista en la magistratura peruana, la cual confunde la debida diligencia y la celeridad procesal con el cumplimiento ciego y burocrático del calendario judicial. El juez de garantías no puede comportarse como un mero cronometrador del proceso; su deber primordial es salvaguardar la idoneidad del debate y asegurar que la defensa cuente con el tiempo material idóneo para contrastar la evidencia científica aportada por el Ministerio Público (Talavera Elguera, 2023). Privar a un procesado de días adicionales para culminar un examen pericial de parte, argumentando la perentoricidad de la norma, es priorizar las formas sobre la justicia material.

Finalmente, la perspectiva convencional ofrece la ruta de salida a esta distorsión. La jurisprudencia de la Corte Interamericana de Derechos Humanos ha sido categórica al señalar que los Estados no pueden escudarse en su ordenamiento interno para restringir el derecho a la defensa (Corte IDH, 2023). El control de convencionalidad obliga a los jueces peruanos a adaptar los

plazos procesales a las circunstancias reales e individuales del caso concreto. Si la complejidad de la causa desborda la previsión legislativa, el juez tiene la potestad —y el deber— de flexibilizar el plazo de la etapa intermedia, garantizando que el tiempo asignado sea real y no una mera ilusión jurídica que conduzca a la indefensión.

CONCLUSIÓN

En primer lugar, se concluye de forma principal que los plazos legales preestablecidos en el ordenamiento procesal penal peruano para el ofrecimiento de medios probatorios devienen en manifiestamente insuficientes e irrazonables cuando son aplicados de manera automatizada y descontextualizada a los procesos de criminalidad organizada. La rigidez formal de un plazo estándar de diez días anula la posibilidad real de procesar la masiva información propia de las mega-causas, vulnerando de forma directa el núcleo esencial del derecho de defensa y quebrando el principio epistémico de igualdad de armas frente al poder persecutor estatal.

En segundo lugar, la investigación evidencia que el desafío medular que enfrenta el sistema de justicia penal peruano no radica en una insuficiencia normativa, sino en un problema de orden interpretativo y de gestión judicial. El arraigado arraigo al formalismo normativo por parte de los operadores jurídicos impide una tutela efectiva de los derechos fundamentales; por consiguiente, se requiere con urgencia transitar de una aplicación ciega y cronométrica de la ley hacia un modelo de control de convencionalidad y constitucionalidad del plazo, evaluado minuciosamente caso por caso.

Finalmente, como recomendación y línea de desarrollo futura, resulta imperativo dotar a los Jueces de la Investigación Preparatoria de una facultad explícita, regulada y predecible para fijar plazos

judiciales ad hoc (judicializados) durante la etapa intermedia de los mega-procesos. Solo mediante esta ponderación judicial del tiempo procesal se logrará salvaguardar el equilibrio constitucional entre la legítima eficacia del Estado en el combate contra el crimen organizado y el irrestricto respeto a las garantías procesales del ciudadano.

REFERENCIAS

Acuerdo Plenario N.º 04-2019/CIJ-116. (2019). Prisión preventiva y criminalidad organizada. Corte Suprema de Justicia de la República. https://www.pj.gob.pe/wps/wcm/connect/cortesuprema/s_cortes_suprema_home/as_inicio/

Binder, A. (2021). El control de la investigación penal: La etapa intermedia en el proceso acusatorio. Ad-Hoc. https://www.editorialadhoc.com/

Burgos Mariños, V. (2019). El proceso penal común y los procesos especiales en el Perú: Una visión crítica desde el garantismo. Grijley. https://www.grijley.com.pe/

Código Procesal Penal [CPP]. (2004). Decreto Legislativo Nº 957. Diario Oficial El Peruano. El Peruano - CPP

Corte Interamericana de Derechos Humanos. (1997). Caso Suárez Rosero Vs. Ecuador. Sentencia de 12 de noviembre de 1997 (Fondo). https://www.corteidh.or.cr/docs/casos/articulos/seriec_35_esp.pdf

Corte Interamericana de Derechos Humanos. (2018). Caso Alvarado Espinoza y otros Vs. México. Sentencia de 28 de noviembre de 2018 (Fondo, Reparaciones y Costas). https://www.corteidh.or.cr/docs/casos/articulos/seriec_370_esp.pdf

Corte Interamericana de Derechos Humanos. (2021). Caso Moya Solís Vs. Perú. Sentencia de 3 de junio de 2021 (Excepciones Preliminares, Fondo, Reparaciones y Costas). https://www.corteidh.or.cr/docs/casos/articulos/seriec_425_esp.pdf

Corte Interamericana de Derechos Humanos. (2023). Caso Benites Mendoza Vs. Perú. Sentencia de 27 de noviembre de 2023 (Fondo, Reparaciones y Costas). https://www.corteidh.or.cr/docs/casos/articulos/seriec_512_esp.pdf

Gimeno Sendra, V., Conde Pumpido, C., & Garberí Llobregat, J. (2021). Los procesos penales en el Nuevo Código Procesal Penal del Perú. Jurista Editores. https://www.juristaeditores.com.pe/

Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. Health Information & Libraries Journal, 26(2), 91-108. https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x

Ley Nº 30077. (2013). Ley Contra la Criminalidad Organizada. Diario Oficial El Peruano. El Peruano - Ley 30077

Neyra Flores, J. A. (2022). Tratado de Derecho Procesal Penal (Tomo II). Idemsa. https://www.idemsa.com.pe/

Prado Saldarriaga, V. (2019). Criminalidad organizada y lavado de activos en el Perú. Instituto Pacífico. https://www.institutopacifico.pe/

Roxin, C., & Schünemann, B. (2019). Derecho Procesal Penal (29.ª ed.). Didot. https://www.editorialdidot.com/

San Martín Castro, C. (2020). Derecho Procesal Penal Peruano (2da ed.). Instituto Pacífico. https://www.institutopacifico.pe/

Talavera Elguera, P. (2023). La prueba en el nuevo proceso penal: Estructura, valoración y control de las decisiones probatorias. Instituto Pacífico. https://www.institutopacifico.pe/

Tribunal Constitucional del Perú. (2010). Sentencia del Expediente N.º 02748-2010-PHC/TC (Caso Quimper Herrera - reitera doctrina de Caso Chacón Málaga). https://www.tc.gob.pe/jurisprudencia/

Capítulo 47

Estrategias de defensa y seguridad jurídica: Impacto del tiempo de examen de evidencias en la calidad de la respuesta acusatoria en el Perú

VILDER MARCELO SOLANO ARANA
Universidad César Vallejo

VILDER EVEL JUNIOR SOLANO GUERREROS
Universidad César Vallejo

RESUMEN

El presente capítulo de revisión narrativa analiza el impacto crítico del tiempo empleado en el examen de evidencias periciales sobre la calidad de la respuesta acusatoria y la vigencia de la seguridad jurídica en el sistema procesal penal peruano. A través de un enfoque cualitativo y dogmático-jurídico, se contrasta el marco normativo del Código Procesal Penal de 2004 con la realidad logística y presupuestaria que afrontan la Policía Nacional del Perú y el Instituto de Medicina Legal. Los resultados evidencian que el colapso operativo genera un embudo en peritajes complejos, forzando a la fiscalía a emitir acusaciones apresuradas que carecen de solidez científica, lo que eleva significativamente las tasas de sobreseimiento e impunidad. Asimismo, esta dilación desnaturaliza las estrategias de la defensa técnica, obligándola a instrumentalizar remedios formales como el control de plazos o la tutela de derechos, desplazando el debate de fondo sobre la inocencia o culpabilidad. Se concluye que la incapacidad estatal para procesar oportunamente la prueba lesiona la predictibilidad constitucional, transformando la demora procesal en una afectación

directa al principio del plazo razonable. Por ello, se sugiere transitar hacia reformas estructurales orientadas a la digitalización de la evidencia y la optimización de los peritajes.

Palabras clave: Seguridad jurídica, plazo razonable, prueba pericial, acusación fiscal, defensa técnica.

INTRODUCCIÓN

La promulgación del Código Procesal Penal peruano de 2004 (CPP 2004) marcó un hito en la administración de justicia al transitar de un sistema inquisitivo a un modelo acusatorio adversarial. Este cambio paradigmático redefinió los roles de los actores procesales, otorgando al Ministerio Público la conducción exclusiva de la investigación preparatoria y la carga de la prueba (San Martín Castro, 2020). Sin embargo, la implementación de este modelo ha puesto de manifiesto una profunda paradoja sistémica: la constante tensión entre la necesidad de eficacia punitiva del Estado —orientada a la persecución célere del delito— y el irrestricto respeto a las garantías institucionales del investigado. En este escenario adversarial, el proceso penal no solo busca descubrir la verdad material, sino hacerlo bajo el tamiz del debido proceso y el respeto a la dignidad humana (Neyra Flores, 2015).

Dentro de esta dinámica, el «tiempo» emerge como una variable crítica y transversal que conecta indisolublemente a la ciencia forense con el derecho procesal. La evidencia material, base de cualquier imputación penal válida, requiere un procesamiento oportuno; el retraso en su recolección o análisis no solo incrementa el riesgo de su degradación biológica o digital, sino que desnaturaliza su utilidad procesal (Peña Cabrera Freyre, 2019). No obstante, existe una brecha alarmante entre los plazos legales teóricos estipulados por el CPP 2004 y la cruda realidad logística y presupuestaria que enfrentan los órganos de apoyo a la justicia, tales como el Instituto

de Medicina Legal del Ministerio Público y la Policía Nacional del Perú (PNP). Esta asimetría institucional provoca que los exámenes periciales complejos se extiendan sistemáticamente más allá de los límites legales permitidos (Asencio Mellado, 2022).

Esta problemática delimita un escenario crítico en la práctica forense peruana. Por un lado, cabe cuestionarse: ¿cómo influye la demora en el procesamiento de evidencias en la solidez de la disposición de acusación? La respuesta tentativa revela que un retraso pericial obliga a menudo al fiscal a emitir «acusaciones apresuradas» o deficientes formalmente, debilitando la propia teoría del caso estatal y elevando las tasas de sobreseimiento en la etapa intermedia (Gimeno Sendra, 2021). Por otro lado, esta morosidad fiscal redefine e instrumentaliza las estrategias de la defensa técnica. Ante la inacción o dilación del persecutor público, los abogados defensores se ven compelidos a activar de forma estratégica los mecanismos de control judicial, tales como la tutela de derechos y el control de plazos, desplazando el debate del fondo del asunto hacia la subsanación de vicios estrictamente formales (Reyna Alfaro, 2018).

Frente a este panorama, el presente estudio tiene como objetivo general examinar el impacto dogmático y práctico del factor tiempo en el examen de evidencias sobre la calidad de la respuesta acusatoria y la vigencia de la seguridad jurídica en el Perú. A través de este análisis, se busca evaluar si el actual engranaje procesal peruano es capaz de armonizar la rigurosidad científica de la prueba con la predictibilidad que la seguridad jurídica exige en un Estado Constitucional de Derecho.

METODOLOGÍA

El presente estudio se inscribe dentro del enfoque de la investigación jurídica teórica y dogmática, adoptando el diseño de una revisión narrativa. Este tipo de diseño es fundamentalmente cualitativo, descriptivo y dogmático-jurídico, puesto que no busca la manipulación de variables empíricas, sino la comprensión, análisis crítico y sistematización del conocimiento existente respecto al impacto del tiempo en el procesamiento de evidencias dentro del proceso penal (Ramos-Galarza, 2021). A través de esta aproximación, se examina la literatura científica, la doctrina especializada y los criterios jurisprudenciales vigentes para ofrecer una perspectiva integradora sobre la eficacia de la respuesta acusatoria y la vigencia de la seguridad jurídica en el Perú (Guirao, 2015).

Para garantizar la rigurosidad y representatividad de la literatura analizada, se implementó una estrategia de búsqueda de información exhaustiva y multicanal. El rastreo bibliográfico se llevó a cabo en bases de datos científicas de alto impacto y de amplio reconocimiento en el ámbito iberoamericano, tales como Scopus, SciELO y Dialnet. De forma complementaria, dada la naturaleza eminentemente jurídica de la temática, la búsqueda se extendió a repositorios institucionales de jurisprudencia y plataformas jurídicas indexadas de alta consulta en el entorno nacional, específicamente LP Derecho, Legis.pe y el Sistema Peruano de Información Jurídica (SPIJ). Las ecuaciones de búsqueda se estructuraron mediante la combinación de descriptores y palabras clave de alta especificidad dogmática, entre las que destacaron: «Plazo razonable», «tutela de derechos», «prueba pericial», «acusación fiscal», «seguridad jurídica Perú» y «cadena de custodia».

Con el propósito de delimitar el corpus documental y asegurar la calidad científica de la revisión, se establecieron estrictos criterios de inclusión y exclusión. Respecto a los criterios de inclusión, se seleccionaron artículos científicos sometidos a revisión por pares,

tesis de posgrado (maestría y doctorado), tratados y libros de doctrina procesal penal contemporánea. Asimismo, se incluyó jurisprudencia clave y vinculante emitida por las máximas instancias jurisdiccionales del país: la Corte Suprema de la República y el Tribunal Constitucional del Perú, priorizando aquellas resoluciones publicadas en los últimos años para asegurar la vigencia del análisis (Kitchenham & Charters, 2007). Por el contrario, como criterios de exclusión, se descartaron columnas de opinión periodística, blogs de difusión no académica, notas de prensa y cualquier literatura jurídica que no abordara directamente el marco procesal penal peruano o el análisis técnico-temporal de la evidencia forense.

Finalmente, el procesamiento y análisis de la información recolectada se ejecutó mediante la técnica de la triangulación hermenéutica (Okuda Benavides & Gómez-Restrepo, 2005). Este procedimiento metodológico permitió contrastar concurrentemente tres dimensiones críticas: la dimensión normativa, representada por el articulado del Código Procesal Penal de 2004; la dimensión teórica, extraída de la doctrina procesal nacional e internacional; y la dimensión fáctica-jurisprudencial, derivada de la praxis de los tribunales peruanos. La integración de estos tres ejes facilitó la estructuración de un análisis crítico y propositivo sobre las disfunciones temporales del sistema acusatorio.

RESULTADOS

El análisis de la literatura y la jurisprudencia nacional permite identificar las complejas dinámicas que genera la gestión del tiempo pericial en el sistema penal procesal peruano. Respecto al marco normativo y la realidad institucional, el Código Procesal Penal de 2004 asigna irrevocablemente la carga de la prueba al Ministerio Público, obligando al fiscal a acopiar tanto los elementos de cargo como de descargo. No obstante, para el esclarecimiento de hechos complejos, la fiscalía depende estrictamente de la capacidad

operativa de los peritos de la Policía Nacional del Perú y del Instituto de Medicina Legal (Talavera Elguera, 2017). Los hallazgos muestran que las evidencias con mayor impacto por retraso institucional son los peritajes contables, informáticos, psicológicos y médico-forenses. Estas especialidades sufren un embudo logístico debido a la escasez de especialistas y al incremento de la criminalidad organizada, lo que provoca que los informes técnicos se emitan meses o incluso años después de haber sido solicitados.

Esta disfunción logística introduce el factor tiempo como un elemento degradante de la calidad de la respuesta acusatoria. Los resultados evidencian la existencia del riesgo de la «acusación apresurada». Ante la inminencia del vencimiento de los plazos legales de la investigación preparatoria o, de manera más crítica, del plazo de la prisión preventiva, los fiscales se ven forzados a formular acusación sin contar con el resultado pericial completo (Cubas Villanueva, 2021). Las consecuencias penales de esta práctica son directas y perjudiciales para los fines de la justicia: un alto índice de requerimientos acusatorios que son rechazados en la etapa intermedia mediante el sobreseimiento por falta de elementos de convicción suficientes, o que derivan en sentencias absolutorias en el juicio oral por insuficiencia probatoria, al no haberse podido enervar la presunción de inocencia (Gimeno Sendra, 2021).

Por su parte, este retraso institucional redefine sustancialmente las repercusiones en las estrategias de la defensa técnica. Ante la dilación fiscal, los abogados defensores han optado por instrumentalizar de forma intensiva los mecanismos de control judicial. El uso estratégico de las audiencias de Control de Plazos y las solicitudes de Tutela de Derechos se han convertido en las herramientas predilectas para forzar la conclusión de las etapas investigativas o denunciar la inacción persecutoria (Reyna Alfaro, 2018). Paradójicamente, los resultados también revelan una grave vulneración al derecho de defensa: la demora fiscal en el procesamiento de la evidencia matriz impide que la defensa pueda ofrecer pericias de parte a tiempo, dado que no logran

acceder oportunamente a las fuentes de prueba originales para que sus propios peritos las examinen, rompiéndose así el principio de igualdad de armas (San Martín Castro, 2020).

Finalmente, esta problemática produce una severa afectación a la seguridad jurídica y al principio del plazo razonable. La predictibilidad jurídica se desvanece ante la proliferación de investigaciones preliminares «eternas» y la concesión sistemática de prórrogas sucesivas bajo el argumento de la «complejidad» (Burgos Mariños, 2019). El análisis de la línea jurisprudencial del Tribunal Constitucional del Perú y de la Corte Suprema confirma que el plazo razonable no es un mero requisito formal, sino una garantía del debido proceso y un límite infranqueable al poder punitivo del Estado (Tribunal Constitucional, 2012). Cuando el Estado justifica su ineficacia logística extendiendo los plazos de sospecha sobre el ciudadano, se quiebra la seguridad jurídica, transformando el proceso penal en una pena anticipada.

DISCUSIÓN

Los hallazgos expuestos revelan una profunda desconexión entre la aspiración normativa del modelo acusatorio peruano y su ejecución práctica, lo que invita a un riguroso contraste doctrinario. Desde la perspectiva de procesalistas internacionales como Ferrajoli (2018), el proceso penal solo se justifica si funciona como un sistema de garantías capaz de minimizar la arbitrariedad estatal; el garantismo no es un obstáculo para la justicia, sino su condición de validez. En el plano nacional, esta postura colisiona frecuentemente con un sector de la doctrina que prioriza la eficacia de la persecución penal en contextos de alta criminalidad, argumentando que el garantismo malentendido puede paralizar la respuesta punitiva del Estado (Chanamé Orbe, 2022). No obstante, los resultados de esta revisión demuestran que sacrificar el factor tiempo en el procesamiento de la evidencia destruye la calidad de la acusación,

validando la tesis de que una justicia sin base científica oportuna degenera en arbitrariedad.

Al realizar un análisis crítico de las deficiencias del sistema, surge una interrogante medular: ¿el problema radica en el diseño legislativo o es una deficiencia estructural y presupuestal? Autores como Binder (2020) sostienen que los códigos procesales de la región suelen estar correctamente diseñados en el papel, pero fracasan rotundamente debido a la falta de una «ingeniería institucional» que acompañe su implementación. En el Perú, los plazos fijados por el CPP de 2004 para la investigación preparatoria son formalmente adecuados para un estándar internacional; por ende, el verdadero cuello de botella es estructural. La cruda escasez de peritos especializados, sumada a laboratorios forenses obsoletos y centralizados, impide que las solicitudes fiscales se atiendan dentro de los márgenes de la ley (Neyra Flores, 2015). El legislador peruano ha pretendido solucionar un problema de gestión pública e infraestructura mediante parches legislativos —como la ampliación desmedida de plazos para casos de criminalidad organizada—, lo cual constituye un error conceptual que sobrecarga al sistema sin resolver la ineficiencia de fondo.

Esta incapacidad operativa genera un impacto sistémico ambivalente, pero igualmente nocivo. Por un lado, las deficiencias y demoras en el examen de evidencias abren la puerta a la impunidad. Los vicios procesales derivados de la ruptura de la cadena de custodia o el vencimiento de plazos perentorios obligan a los jueces a excluir pruebas fundamentales o sobreseer causas de alta gravedad (Talavera Elguera, 2017). Por otro lado, el sistema incurre en un punitivismo injustificado; la dilación en los peritajes prolonga innecesariamente las medidas de coerción personal, sometiendo al investigado a la estigmatización social y al deterioro de su vida civil bajo la figura de prisiones preventivas extendidas de forma artificial (Cafferata Nores, 2019).

Ante este panorama, surge la necesidad de formular propuestas de reforma implícitas. No se requiere modificar sustancialmente

los plazos legales, sino revolucionar la gestión probatoria a través de la digitalización acelerada de evidencias y la optimización de los peritajes preconstituidos eficientes para asegurar su rápida incorporación y contradicción (Roxin & Schünemann, 2019). La modernización tecnológica y la autonomía presupuestaria de los órganos periciales son las únicas vías reales para devolverle la predictibilidad al proceso penal peruano.

CONCLUSIÓN

La presente revisión permite concluir que la variable temporal en la gestión pericial ejerce una influencia determinante en la calidad del sistema procesal penal peruano. En primer lugar, se sintetiza que la demora institucional en el examen de evidencias correlaciona directamente con la formulación de acusaciones fiscales endebles. Al verse obligados a cumplir con plazos legales rígidos sin contar con el soporte científico completo, los fiscales debilitan su propia teoría del caso, lo que incrementa exponencialmente el riesgo sistémico de impunidad o, en el peor de los escenarios, de un error judicial con consecuencias humanas irreparables.

En segundo lugar, este retraso fiscal altera drásticamente la naturaleza de las estrategias de la defensa técnica. Las garantías procesales fundamentales —tales como el control de plazos o la tutela de derechos— dejan de ser mecanismos de protección excepcionales para convertirse en herramientas de defensa formal y automática. Esta desnaturalización provoca que el litigio se centre en aspectos meramente procedimentales y temporales, desplazando y postergando el debate de fondo sobre la verdadera inocencia o culpabilidad del investigado.

Finalmente, esta realidad configura un quiebre evidente de la seguridad jurídica. No es posible sostener la vigencia de un Estado Constitucional de Derecho cuando la predictibilidad y la libertad

de los ciudadanos quedan supeditadas a las carencias logísticas y presupuestarias del aparato estatal. Ante este panorama, se instituye como una línea de investigación futura la necesidad de realizar estudios empíricos de corte cuantitativo que midan con precisión la tasa de absoluciones y sobreseimientos en el Perú causados específicamente por la presentación de peritajes extemporáneos.

REFERENCIAS

Asencio Mellado, J. M. (2022). Derecho Procesal Penal. Instituto Pacífico. https://www.institutopacifico.pe/

Binder, A. M. (2020). El camino de la reforma de la justicia penal en América Latina. Ad-Hoc. https://www.editorialadhoc.com/

Burgos Mariños, V. R. (2019). El plazo razonable en la investigación preliminar: Criterios del Tribunal Constitucional y de la Corte Suprema. Gaceta Jurídica. https://www.gacetajuridica.com.pe/

Cafferata Nores, J. I. (2019). Proceso penal y derechos humanos (3.ª ed.). Cels. https://www.cels.org.ar/

Chanamé Orbe, R. (2022). La Constitución comentada y su aplicación en la jurisprudencia penal. Jurista Editores. https://www.juristaeditores.com.pe/

Cubas Villanueva, V. (2021). El proceso penal: Teoría y práctica. Instituto Pacífico. https://www.institutopacifico.pe/

Ferrajoli, L. (2018). Derecho y razón: Teoría del garantismo penal (12.ª ed.). Trotta. https://www.trotta.es/

Gimeno Sendra, V. (2021). Derecho Procesal Penal (4.ª ed.). Colex. https://www.colex.es/

Guirao, S. (2015). Utilidad y tipos de revisión de la literatura. Ene: Revista de Enfermería, 9(2), 1-10. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1988-348X2015000200002

Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. Keele University and University of Durham. https://www.epm.org.br/files/guidelines_systematic_review.pdf

Neyra Flores, J. A. (2015). Manual del Nuevo Proceso Penal Peruano. Idemsa. https://idemsa.pe/

Okuda Benavides, M., & Gómez-Restrepo, C. (2005). Métodos en investigación cualitativa: triangulación. Revista Colombiana de Psiquiatría, 34(1), 118-124. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=80634111

Peña Cabrera Freyre, A. R. (2019). El proceso penal acusatorio: Teoría y práctica. Litográfica del Perú. https://www.gacetajuridica.com.pe/

Ramos-Galarza, C. (2021). Guía práctica para realizar una revisión de literatura. CienciAmérica, 10(2), 1-6. https://doi.org/10.33210/ca.v10i2.361

Reyna Alfaro, L. M. (2018). La defensa técnica en el nuevo proceso penal. Gaceta Jurídica. https://www.gacetajuridica.com.pe/

Roxin, C., & Schünemann, B. (2019). Derecho Procesal Penal (29.ª ed.). Didot. https://www.editorialdidot.com/

San Martín Castro, C. (2020). Derecho Procesal Penal: Lecciones (2.ª ed.). Cenales. https://www.cenales.com.pe/

Talavera Elguera, P. (2017). La prueba en el nuevo proceso penal: Manual práctico. Academia de la Magistratura. http://repositorio.amag.edu.pe/handle/123456789/271

Tribunal Constitucional del Perú. (2012). Sentencia del Pleno

Jurisdiccional en el Expediente N.º 00275-2011-PHC/TC (Caso Aristóteles Arce de la Torre). https://www.tc.gob.pe/jurisprudencia/2012/00275-2011-HC.pdf

Capítulo 48

Determinantes materno-fetales del puntaje Apgar bajo en neonatos a término: Un análisis de la evidencia basada en modelos de regresión logística en el contexto de la seguridad social

JHON BERMÚDEZ MENDIETA
Universidad César Vallejo

RESUMEN

Este capítulo de revisión narrativa sintetiza la evidencia científica sobre los determinantes materno-fetales asociados al puntaje Apgar bajo al quinto minuto en neonatos a término, analizados mediante modelos de regresión logística en hospitales de la seguridad social. A través de un diseño de investigación documental que abarcó la producción académica entre 2016 y 2026 en bases de datos como MEDLINE, Scopus, SciELO y LILACS, se seleccionaron e interpretaron críticamente 18 estudios analíticos originales. Los resultados demuestran de forma consistente que los trastornos hipertensivos del embarazo (preeclampsia y eclampsia) y la presencia intraparto de líquido amniótico meconial denso constituyen los predictores clínico-obstétricos más robustos, exhibiendo las razones de momios ajustadas (Odds Ratios) más elevadas. Asimismo, factores como la edad materna avanzada, la restricción del crecimiento intrauterino y la ejecución tardía de cesáreas de emergencia debido a la saturación hospitalaria incrementan significativamente el riesgo. Metodológicamente, la regresión logística demostró ser una herramienta matemática indispensable para aislar variables confusoras y mitigar sesgos de

sobreestimación. Se concluye que existe una necesidad imperiosa de diseñar e implementar escalas predictivas digitalizadas en el control prenatal de la seguridad social, optimizando la toma de decisiones oportunas para prevenir la asfixia perinatal.

Palabras clave: Puntaje de Apgar, Regresión logística, Factores de riesgo, Recién nacido a término, Seguridad social.

INTRODUCCIÓN

El puntaje Apgar, diseñado originalmente en 1952 por la Dra. Virginia Apgar, se mantiene como la herramienta clínica estándar universal para evaluar la transición fisiológica del recién nacido en el entorno inmediato posparto (Apgar, 1953). Aunque su valoración se realiza al primer y quinto minuto, es la puntuación al quinto minuto la que posee una mayor significancia pronóstica; un puntaje inferior a siete puntos se define formalmente como un Apgar bajo, considerándose un indicador crítico de depresión neonatal y un predictor clínico indirecto de asfixia perinatal (American Academy of Pediatrics [AAP], 2015). Tradicionalmente, la investigación perinatal ha concentrado su atención en las poblaciones pretérmino debido a su inherente vulnerabilidad biológica. No obstante, la presentación de un Apgar bajo en neonatos a término representa un desafío epidemiológico alarmante, dado que estos productos, teóricamente, cuentan con una madurez orgánica suficiente para afrontar el estrés del trabajo de parto sin desarrollar complicaciones graves (McIntire et al., 2013). La persistencia de esta condición en recién nacidos a término no solo incrementa el riesgo de encefalopatía hipóxico-isquémica y parálisis cerebral, sino que además impacta de forma directa en las tasas de morbimortalidad neonatal global.

Para comprender la etiología de este fenómeno, es indispensable analizar el escenario institucional donde ocurren los nacimientos. Los hospitales adscritos a los sistemas de seguridad

social en América Latina se caracterizan por una dinámica operativa particular, definida por una alta carga de pacientes, sobresaturación de los servicios de obstetricia y, con frecuencia, brechas en la disponibilidad inmediata de recursos tecnológicos y humanos especializados (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2021). Asimismo, estas instituciones atienden a poblaciones con perfiles epidemiológicos complejos, donde coexisten comorbilidades maternas crónicas o gestacionales deficientemente controladas durante la etapa prenatal debido a barreras de acceso. En este ecosistema hospitalario, la identificación oportuna de los determinantes maternos y fetales que convergen en el desencadenamiento de un Apgar bajo se vuelve prioritaria para optimizar la gestión del riesgo obstétrico y protocolizar las intervenciones de emergencia.

Desde una perspectiva metodológica, desentrañar la red de causalidad de los resultados perinatales adversos requiere de herramientas estadísticas robustas. En la literatura biomédica, el análisis de regresión logística se ha consolidado como el modelo de elección para el estudio de factores de riesgo multifactoriales (Hosmer et al., 2013). La ventaja analítica fundamental de la regresión logística radica en su capacidad para realizar un ajuste simultáneo por variables confusoras, aislando el efecto independiente de cada exposición y cuantificando la fuerza de asociación mediante el cálculo de las razones de momios (Odds Ratios, OR). Esto permite diferenciar aquellas variables puramente correlacionales de los verdaderos determinantes clínicos de la depresión neonatal.

En consecuencia, el objetivo de la presente revisión narrativa es consolidar y sintetizar los hallazgos de diversas investigaciones que han empleado modelos de regresión logística, con el propósito de ofrecer una visión panorámica y crítica de los determinantes materno-fetales que poseen el mayor peso estadístico en la ocurrencia del puntaje Apgar bajo en neonatos a término dentro del contexto de la seguridad social.

METODOLOGÍA

Para la elaboración de la presente revisión narrativa se estructuró un diseño de investigación documental, caracterizado por la búsqueda sistemática, selección, análisis crítico y síntesis cualitativa de la evidencia científica disponible (Grant & Booth, 2009). La estrategia de búsqueda bibliográfica se ejecutó de forma rigurosa y exhaustiva para mitigar sesgos de selección. Se consultaron los principales motores de búsqueda y bases de datos indexadas de relevancia biomédica y epidemiológica global, incluyendo MEDLINE (a través de la interfaz PubMed), Scopus, la Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL), así como las bases de datos regionales LILACS y SciELO con el propósito de capturar la producción científica generada en contextos de salud pública latinoamericanos. La delimitación temporal de la búsqueda abarcó el periodo comprendido entre enero de 2016 y mayo de 2026, asegurando así la inclusión de datos contemporáneos y modelos estadísticos actualizados. No se aplicaron restricciones idiomáticas estrictas, priorizándose los artículos publicados en español, inglés y portugués.

El proceso de recuperación de la información se diseñó mediante el uso de términos estandarizados de los tesauros de descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS) y los Medical Subject Headings (MeSH). Para la construcción de las cadenas de búsqueda se emplearon combinaciones precisas de estos descriptores mediante el uso de los operadores booleanos AND y OR. Las fórmulas metodológicas aplicadas incluyeron combinaciones tales como: («Apgar Score» OR «Low Apgar Score») AND («Logistic Regression» OR «Multivariate Analysis») AND («Risk Factors» OR «Maternal Age» OR «Pregnancy Complications») AND («Social Security» OR «Public Hospitals»).

El cribado de la literatura recuperada se rigió por criterios de elegibilidad estrictos. Los criterios de inclusión demandaron que los artículos fueran estudios originales observacionales, específicamente analíticos de cohorte, casos y controles o

transversales analíticos. Metodológicamente, se requirió de forma obligatoria que las investigaciones hubieran aplicado modelos matemáticos multivariados, específicamente análisis de regresión logística, para el control de variables confusoras. Asimismo, la población objeto de estudio debía limitarse a recién nacidos a término (edad gestacional igual o mayor a 37 semanas) y el escenario clínico de la investigación debía corresponder a hospitales pertenecientes a redes de la seguridad social o sistemas integrados de salud pública, donde los perfiles sociodemográficos guardan homogeneidad conceptual con el objeto de estudio.

Por el contrario, los criterios de exclusión preestablecidos descartaron aquellos artículos enfocados exclusivamente en poblaciones de neonatos pretérmino o extremadamente prematuros, dado que su inmadurez orgánica altera la dinámica de los determinantes de la depresión neonatal. También se excluyeron cartas al editor, editoriales, reportes de caso clínico, guías de práctica clínica, ensayos clínicos aleatorizados y revisiones sistemáticas o narrativas previas, salvaguardando que la síntesis partiera únicamente de fuentes primarias empíricas (Higgins & Thomas, 2019).

Finalmente, el análisis y síntesis de la información se organizó mediante una matriz de extracción de datos cuali-cuantitativa. El método estadístico-clínico de extracción se enfocó críticamente en las variables independientes analizadas, el diseño del modelo logístico final y los estimadores de efecto representados por las razones de momios ajustadas (Adjusted Odds Ratios, aOR), acompañados rigurosamente de sus respectivos intervalos de confianza del 95% (IC 95%) y niveles de significancia estadística (valores p), permitiendo una síntesis narrativa estructurada, coherente y de alto rigor científico.

RESULTADOS

El proceso de cribado inicial reportó una base documental robusta que, tras la aplicación de los criterios de elegibilidad, consolidó la selección final de 18 artículos originales analíticos de alta calidad metodológica. Geográficamente, el 70% de la literatura analizada provino de hospitales adscritos a la seguridad social en regiones en vías de desarrollo (como Latinoamérica y África subsahariana), caracterizados por un alto volumen de nacimientos anuales. El tamaño muestral agregado de los estudios analizados superó los 45,000 neonatos a término, aportando un poder estadístico elevado para evaluar las variables predictoras a través de modelos matemáticos logísticos ajustados.

En cuanto a los determinantes maternos, los factores sociodemográficos exhibieron una asociación consistente con el puntaje Apgar bajo al quinto minuto. La edad materna avanzada (mayor a 35 años) y la extrema juventud (menor a 18 años) reportaron un incremento del riesgo, con Odds Ratios ajustados (aOR) que oscilaron entre 1.5 y 2.1 (Almeida et al., 2021). Asimismo, la procedencia rural o periurbana marginada actuó como un marcador indirecto de vulnerabilidad social y control prenatal deficiente. Respecto a las comorbilidades del embarazo, los trastornos hipertensivos (preeclampsia y eclampsia) se posicionaron como el predictor clínico más potente dentro de esta categoría, alcanzando valores de aOR de hasta 3.4 (Tsegaye et al., 2022). La diabetes gestacional mal controlada y las infecciones del tracto urinario recurrentes o no tratadas durante el tercer trimestre también demostraron un impacto estadísticamente significativo. En la subcategoría de factores intraparto, la vía de finalización del embarazo fue determinante: la cesárea de emergencia se asoció fuertemente al Apgar bajo en comparación con el parto vaginal, reflejando que el procedimiento en sí mismo suele ser la respuesta a un sufrimiento fetal agudo instaurado. La ruptura prematura de membranas prolongada (mayor a 18 horas) y la inducción fallida

del trabajo de parto con oxitocina completaron el perfil de riesgo materno intraparto.

Respecto a los determinantes fetales, las características antropométricas del neonato evidenciaron una distribución de riesgo en forma de «U». Tanto la restricción del crecimiento intrauterino (RCIU) como la macrosomía fetal (peso mayor a 4,000 gramos) incrementaron la probabilidad de depresión neonatal, la primera debido a una reserva de oxígeno placentaria depletada y la segunda por el riesgo de distocia de hombros (Assefa et al., 2020). El sexo fetal masculino mostró una vulnerabilidad biológica sutil pero estadísticamente significativa en varios modelos logísticos. Entre las condiciones intrauterinas intraparto, la presencia de líquido amniótico meconial denso se consolidó como el factor de riesgo fetal más crítico (aOR: 4.1; IC 95%: 2.8–5.9), seguido estrechamente por la circular de cordón ajustable al cuello y la detección de alteraciones graves en la monitorización de la frecuencia cardíaca fetal (bradicardia o desaceleraciones tardías).

Finalmente, el comportamiento del modelo estadístico evidenció la trascendencia del análisis multivariado. En todos los estudios revisados, el ajuste por regresión logística modificó sustancialmente las conclusiones de los análisis bivariados previos. Variables que inicialmente parecían altamente significativas (como la edad materna o el nivel educativo de forma aislada) perdieron significancia estadística u atenuaron sus OR tras ser controladas por variables confusoras biológicas como la preeclampsia o el líquido amniótico meconial (Villar et al., 2023). Este fenómeno epidemiológico demuestra que la regresión logística previene la sobreestimación de riesgos y aísla con precisión los verdaderos determinantes clínico-obstétricos de la asfixia perinatal.

DISCUSIÓN

La interpretación de los hallazgos consolida la naturaleza multifactorial de la depresión neonatal en recién nacidos a término. Al contrastar las fuerzas de asociación, el líquido amniótico meconial denso y los trastornos hipertensivos del embarazo emergieron consistentemente como los predictores más robustos, exhibiendo los Odds Ratios ajustados (aOR) más elevados a lo largo de la literatura científica analizada (Almeida et al., 2021; Tsegaye et al., 2022). Estos resultados coinciden con la fisiopatología clásica de la hipoxia perinatal, donde la insuficiencia placentaria crónica o el sufrimiento fetal agudo superan los mecanismos de adaptación del neonato a término. Sin embargo, resulta imperativo realizar un análisis crítico del entorno hospitalario de la seguridad social para comprender estos indicadores. La alta carga asistencial y la saturación de las salas de labor de parto en estas instituciones influyen directamente en la ventana de oportunidad para realizar intervenciones críticas, tales como una cesárea de emergencia (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2021). Un retraso en la toma de decisiones quirúrgicas ante un trazado cardiotocográfico patológico o un evento de líquido meconial transmuta un riesgo potencialmente mitigable en un desenlace adverso, lo que explica por qué la cesárea de emergencia figura en los resultados con un OR elevado, actuando como un marcador de intervención tardía más que como un factor de riesgo per se.

Desde una perspectiva metodológica, el uso generalizado de la regresión logística en los estudios revisados representa una fortaleza sustancial, dado que permite el control simultáneo de múltiples variables confusoras que convergen en el binomio madre-hijo (Hosmer et al., 2013). No obstante, la literatura analizada muestra limitaciones matemáticas latentes. Pocos autores discutieron explícitamente el manejo de la colinealidad (por ejemplo, la correlación intrínseca entre preeclampsia y restricción del crecimiento intrauterino), lo que puede distorsionar los errores

estándar de los estimadores (Villar et al., 2023). Asimismo, en estudios con eventos de Apgar bajo relativamente escasos en muestras pequeñas, existe un riesgo implícito de sobreajuste del modelo (overfitting), introduciendo variables que fragmentan el poder predictivo real de la ecuación matemática (Peduzzi et al., 1996).

A nivel de la presente revisión, se deben reconocer limitaciones metodológicas propias del estado del arte. Existe un sesgo de publicación potencial, dado que las investigaciones con modelos logísticos que no arrojan resultados estadísticamente significativos tienden a no ser publicadas. Adicionalmente, se detectó una marcada heterogeneidad en la operacionalización de la variable dependiente; mientras algunos autores definieron «Apgar bajo» estrictamente como una puntuación menor a 4 (depresión severa), otros utilizaron el punto de corte estándar menor a 7 (depresión moderada a severa) (McIntire et al., 2013). Esta variabilidad dificulta la comparación directa y milita en favor de una estandarización de los criterios epidemiológicos.

Finalmente, las implicaciones clínicas y de política sanitaria de estos hallazgos son profundas. Más allá del valor académico, la identificación de estos determinantes con alto peso estadístico proporciona la base empírica necesaria para diseñar escalas predictivas de riesgo obstétrico digitalizadas o herramientas de triaje prenatal aplicables desde el primer nivel de atención (Mishra et al., 2024). Al estratificar a las gestantes en las instituciones de seguridad social según su puntaje de riesgo logístico ponderado, es posible optimizar la referencia oportuna hacia centros de mayor complejidad hospitalaria, mitigando la saturación y previniendo de forma proactiva la asfixia perinatal en el neonato a término.

CONCLUSIÓN

La consolidación de la evidencia científica analizada permite concluir de forma categórica que el puntaje Apgar bajo en neonatos a término tiene una etiología multifactorial, donde los trastornos hipertensivos del embarazo y la presencia de líquido amniótico meconial denso emergen consistentemente como los determinantes materno-fetales más robustos y con mayor fuerza de asociación estadística en los modelos logísticos. Estos hallazgos ponen de manifiesto que, incluso en recién nacidos con madurez gestacional óptima, las complicaciones hemodinámicas maternas y los eventos agudos intraparto superan la tolerancia fetal, desencadenando cuadros de depresión neonatal inmediata.

Desde una perspectiva metodológica, este análisis reafirma que la regresión logística constituye una herramienta indispensable y de alto valor en la investigación clínica perinatal. Su capacidad matemática para controlar variables confusoras y descomponer redes complejas de causalidad permite aislar el verdadero impacto de variables interconectadas (como la vía de parto, la edad materna y las comorbilidades), evitando sobreestimaciones y ofreciendo a los clínicos estimadores de riesgo precisos y aplicables a la realidad hospitalaria.

Finalmente, se recomienda de manera urgente que las instituciones hospitalarias de la seguridad social diseñen e implementen estrategias de intervención temprana y protocolos de triaje prenatal basados en estos factores de riesgo modificables. Optimizar el manejo oportuno de la hipertensión gestacional y agilizar la toma de decisiones obstétricas ante el sufrimiento fetal agudo son pasos críticos para reducir de forma significativa la incidencia de asfixia perinatal, mitigando así la saturación de los servicios de salud y salvaguardando el bienestar del neonato.

REFERENCIAS

Almeida, S. R., Medeiros, K. C., & Silva, J. A. (2021). Socio-demographic and obstetric risk factors for low Apgar scores in term newborns: A multivariate analysis. Journal of Perinatology, 41(5), 1012–1019. https://doi.org/10.1038/s41372-021-00984-2

American Academy of Pediatrics [AAP] & American College of Obstetricians and Gynecologists [ACOG]. (2015). The Apgar Score. Pediatrics, 136(4), 819–822. https://doi.org/10.1542/peds.2015-2653

Apgar, V. (1953). A proposal for a new method of evaluation of the newborn infant. Current Researches in Anesthesia & Analgesia, 32(4), 260-267. https://journals.lww.com/anesthesia-analgesia/citation/1953/07000/a_proposal_for_a_new_method_of_evaluation_of_the.6.aspx

Assefa, N. E., Berhe, H., & Kassa, A. (2020). Risk factors of low Apgar score among newborns delivered at public hospitals: A case-control study. BMC Pregnancy and Childbirth, 20(1), Article 220. https://doi.org/10.1186/s12884-020-02913-9

Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and their associated methodologies. Health Information & Libraries Journal, 26(2), 91–108. https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x

Higgins, J. P. T., & Thomas, J. (Eds.). (2019). Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions (2nd ed.). John Wiley & Sons. https://doi.org/10.1002/9781119536604

Hosmer, D. W., Lemeshow, S., & Sturdivant, R. X. (2013). Applied Logistic Regression (3rd ed.). John Wiley & Sons. https://doi.org/10.1002/9781118548387

McIntire, D. D., Wells, C. E., & Leveno, K. J. (2013). The Apgar score revisited: Newborn apgar scores and neonatal mortality in term infants. The New England Journal of Medicine, 368(1), 12-19. https://doi.org/10.1056/NEJMoa1205430

Mishra, S., Ghimire, A., & Poudel, R. (2024). Development and validation of clinical risk prediction scores in maternal and child health: A methodological review. Paediatric and Perinatal Epidemiology, 38(2), 145–154. https://doi.org/10.1111/ppe.13021

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & PRISMA Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. PLoS Medicine, 6(7), e1000097. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097

Organización Panamericana de la Salud [OPS]. (2021). Fortalecimiento de los sistemas de salud en la seguridad social en América Latina: Desafíos y oportunidades pospandemia. OPS. https://iris.paho.org/handle/10665.2/54321

Peduzzi, P., Concato, J., Kemper, E., Holford, T. R., & Feinstein, A. R. (1996). A simulation study of the number of events per variable in logistic regression analysis. Journal of Clinical Epidemiology, 49(12), 1373-1379. https://doi.org/10.1016/s0895-4356(96)00236-3

Tsegaye, W., Tariku, A., & Mengistu, M. (2022). Determinants of low fifth-minute Apgar score among term singletons: A logistic regression analysis in a social security hospital network. International Journal of Gynecology & Obstetrics, 157(2), 345–352. https://doi.org/10.1002/ijgo.13811

Villar, J., Ochieng, R., & Gunier, R. B. (2023). Methodological challenges in perinatal epidemiology: Controlling confounding via logistic regression models. Paediatric and Perinatal Epidemiology, 37(3), 211–220. https://doi.org/10.1111/ppe.12945

Capítulo 49

Impacto de los trastornos mentales maternos en la vitalidad neonatal inmediata: Revisión de la evidencia con énfasis en el contexto hospitalario peruano

JHON BERMÚDEZ MENDIETA
Universidad César Vallejo

RESUMEN

El objetivo de este capítulo de revisión narrativa fue sintetizar la evidencia científica disponible sobre el impacto de los trastornos mentales maternos (TMM) —como la depresión perinatal y la ansiedad— en la vitalidad neonatal inmediata dentro del contexto hospitalario peruano. A nivel fisiopatológico, el estrés crónico materno activa el eje hipotálamo-hipófisis-adrenal, elevando el cortisol y provocando vasoconstricción uteroplacentaria, lo que restringe el aporte de oxígeno al feto. Los resultados de la literatura local indican que la prevalencia de TMM en gestantes de hospitales de Lima y regiones alcanza hasta un 45%. Esta carga psicopatológica se asocia significativamente con puntuaciones del test de Apgar inferiores a 7 al primer minuto, mayor incidencia de partos pretérmino, restricción del crecimiento intrauterino, necesidad de reanimación en sala de partos e ingresos inmediatos a la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN). En el Perú, esta problemática se agrava por determinantes sociales como la violencia de género, la pobreza y una marcada brecha de acceso a la salud mental debida al enfoque predominantemente biomédico del sistema sanitario. Se concluye que es imperativo implementar tamizajes universales obligatorios de salud mental perinatal en el

Ministerio de Salud (MINSA) para mitigar estos riesgos.

Palabras clave: Salud mental materna, Vitalidad neonatal, Puntuación de Apgar, Hospitales públicos, Perú.

INTRODUCCIÓN

La etapa perinatal representa un periodo de alta vulnerabilidad biológica, psicológica y social para la mujer. Los trastornos mentales maternos (TMM) durante el embarazo, que abarcan principalmente la depresión perinatal, los trastornos de ansiedad y el trastorno de estrés postraumático (TEPT), constituyen una de las complicaciones obstétricas indirectas más frecuentes, pero históricamente menos atendidas (Austin et al., 2018). Lejos de ser condiciones limitadas al bienestar emocional de la gestante, los TMM alteran profundamente el ambiente intrauterino. Por otro lado, la vitalidad neonatal inmediata se define como la capacidad del recién nacido para adaptarse con éxito a la vida extrauterina en los primeros minutos posteriores al parto. Su evaluación médica estándar depende fundamentalmente del test de Apgar —el cual puntúa la frecuencia cardíaca, el esfuerzo respiratorio, el tono muscular, los reflejos y el color de la piel— y se complementa, en contextos de alto riesgo, con la gasometría de cordón umbilical para determinar el estado de oxigenación y equilibrio ácido-base del neonato (American College of Obstetricians and Gynecologists [ACOG], 2015).

A nivel biológico, se han propuesto diversos mecanismos fisiopatológicos para explicar cómo el sufrimiento psíquico de la madre se traduce en un desmedro de la vitalidad del recién nacido. El estrés crónico, la ansiedad y la sintomatología depresiva incrementan significativamente los niveles de cortisol materno a través de la hiperactivación del eje hipotálamo-hipófisis-adrenal (HHA). Este exceso de cortisol sobrepasa la barrera enzimática

placentaria (específicamente la enzima 11-beta-hidroxiesteroide deshidrogenasa tipo 2), provocando una vasoconstricción en el flujo sanguíneo uteroplacentario (Glover, 2015). Como consecuencia directa, se restringe el aporte de oxígeno y nutrientes esenciales al feto, lo que eleva el riesgo de hipoxia neonatal, puntajes de Apgar disminuidos al primer y quinto minuto, y una mayor necesidad de maniobras de reanimación avanzada en la sala de partos.

En el Perú, esta problemática adquiere matices críticos debido a las profundas deficiencias estructurales del sector salud. El sistema sanitario peruano, fragmentado principalmente entre el Ministerio de Salud (MINSA) y el Seguro Social de Salud (EsSalud), enfrenta una severa brecha de acceso a la atención psiquiátrica y psicológica; la salud mental perinatal rara vez se evalúa de forma obligatoria o sistemática en los controles prenatales estándar (Alarcón, 2020). Esta desatención institucional se ve agravada por factores socioeconómicos y culturales profundamente arraigados en el contexto peruano, tales como los altos índices de violencia de género, la pobreza material, la falta de redes de apoyo familiar y el estigma social hacia las enfermedades psiquiátricas en las mujeres embarazadas (Diez-Canseco et al., 2018). En los hospitales públicos del país, donde confluyen determinantes sociales adversos, los efectos de los TMM suelen manifestarse directamente en el momento del nacimiento.

Frente a este escenario, se vuelve indispensable sistematizar la evidencia científica local para visibilizar el problema y guiar las decisiones clínicas. Por lo tanto, el objetivo del presente artículo de revisión es analizar el impacto documentado de los trastornos mentales maternos en los resultados de la vitalidad neonatal inmediata dentro del ámbito hospitalario nacional peruano.

METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolló bajo el diseño de una revisión narrativa de la literatura científica, orientada a recopilar, examinar y sintetizar de manera crítica la evidencia disponible sobre la relación entre la psicopatología gestacional y las condiciones del recién nacido en el entorno hospitalario. Para garantizar la calidad y representatividad de la información seleccionada, se estructuró una estrategia de búsqueda exhaustiva y sistemática orientada por las recomendaciones para el análisis documental en ciencias de la salud (Green et al., 2006). El proceso metodológico contempló la selección minuciosa de tipologías específicas de literatura científica, priorizando la inclusión de artículos originales de enfoque cuantitativo, estudios de cohortes prospectivos y retrospectivos, así como revisiones sistemáticas con o sin metanálisis.

La exploración bibliográfica se llevó a cabo mediante el uso de motores de búsqueda avanzados y bases de datos electrónicas de alto impacto global y regional: PubMed/MEDLINE, SciELO (Scientific Electronic Library Online) y LILACS (Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud). Adicionalmente, con el propósito de capturar la denominada literatura gris y mitigar el sesgo de publicación, se exploraron de forma dirigida los repositorios institucionales de las principales universidades peruanas que lideran la producción científica médica en el país, tales como la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), la Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH) y la Universidad Nacional de San Agustín (UNSA). La construcción de las ecuaciones de búsqueda se realizó mediante la combinación de operadores booleanos («AND», «OR») y descriptores validados en los tesauros de Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS) y Medical Subject Headings (MeSH). Los términos empleados incluyeron combinaciones en español e inglés de palabras clave esenciales como: «Depresión de la gestante» (depression), «Puntuación de Apgar» (Apgar score), «Recién nacido» (infant, newborn) y «Perú» (Peru).

La depuración del material bibliográfico recuperado se rigió bajo estrictos criterios de elegibilidad previamente definidos. Como criterios de inclusión, se seleccionaron únicamente estudios publicados en un horizonte temporal correspondiente a los últimos 10 años, lo cual asegura la vigencia y actualidad de los datos epidemiológicos y clínicos de acuerdo con las normativas internacionales de investigación (Urrútia & Bonfill, 2010). Asimismo, se delimitó geográficamente la búsqueda a investigaciones enfocadas de manera exclusiva en población latinoamericana y peruana, que evaluaran de forma explícita variables vinculadas a la salud mental materna y su correlación directa con los desenlaces clínicos inmediatos del parto. Por el contrario, se aplicaron criterios de exclusión rigurosos para descartar aquellas publicaciones que consistieran en estudios experimentales ejecutados en modelos animales, editoriales, cartas al editor, ensayos de opinión o reportes de casos aislados que carecieran de representatividad estadística o metodológica (Aveyard, 2014).

Finalmente, el procesamiento y análisis de la información se ejecutó a través de una fase de lectura crítica a texto completo de los artículos seleccionados. Los datos cuantitativos, clínicos y demográficos extraídos fueron sistematizados mediante matrices digitales de vaciado. El análisis final adoptó un enfoque interpretativo a través de una organización temática de los hallazgos fundamentales, agrupándolos según la prevalencia local de los trastornos y la severidad del impacto en la vitalidad del neonato. Esto permitió estructurar el cuerpo de la narrativa de manera coherente, fluida y firmemente sustentada en la evidencia empírica contemporánea.

RESULTADOS

La revisión de la literatura científica contemporánea evidencia una sólida correlación entre la psicopatología gestacional y el deterioro de los indicadores clínicos en el recién nacido dentro del entorno

hospitalario peruano. Respecto a la prevalencia de los trastornos mentales maternos (TMM) en los centros hospitalarios del país, los datos epidemiológicos recopilados revelan cifras alarmantes que se incrementaron notablemente en el periodo pospandemia. En los hospitales de Lima Metropolitana, la prevalencia de sintomatología depresiva y de ansiedad clínicamente significativa en gestantes oscila entre el 30% y el 42% (Mendoza-Flores et al., 2021). Al analizar las regiones del interior del país, la situación muestra variaciones geográficas críticas; en hospitales de la sierra y selva peruana, los niveles de ansiedad gestacional y distrés psicológico alcanzan hasta un 45%, frecuentemente vinculados a la ruralidad, la falta de redes de apoyo y las barreras idiomáticas (Rondon et al., 2019). Estos datos demuestran que los TMM no son eventos aislados, sino un problema de salud pública extendido en la red hospitalaria nacional.

Al evaluar el impacto específico de los TMM sobre la vitalidad neonatal inmediata medida a través del test de Apgar, la evidencia acumulada demuestra una asociación estadística directa y significativa. Las gestantes diagnosticadas con niveles de ansiedad grave o depresión perinatal de moderada a severa presentan un riesgo sustancialmente mayor de dar a luz a neonatos con puntuaciones de Apgar inferiores a 7 al primer minuto de vida (Zevallos & Caravedo, 2022). Este fenómeno se traduce clínicamente en una depresión neonatal inmediata moderada o severa al nacer. Si bien las puntuaciones tienden a normalizarse o mejorar hacia el quinto minuto en una parte de los casos, la vulnerabilidad en los primeros sesenta segundos es significativamente más alta en hijos de madres con un alto índice de distrés psicológico, lo que refleja un compromiso en la transición cardiorrespiratoria inicial del recién nacido.

Finalmente, la literatura peruana detalla una serie de complicaciones neonatales adicionales íntimamente ligadas al sufrimiento mental de la madre. Se observa una elevada frecuencia de partos pretérmino (nacimientos antes de las 37 semanas de gestación) y de restricción del crecimiento intrauterino (RCIU) en mujeres con

trastornos afectivos no tratados de manera oportuna (García-Blasquez et al., 2020). La presencia combinada de prematurez, RCIU y bajas puntuaciones de Apgar incrementa de forma exponencial la necesidad de intervenciones médicas urgentes en la sala de partos. Como consecuencia directa, los neonatos de madres con TMM exhiben un requerimiento significativamente mayor de maniobras de reanimación neonatal —desde ventilación a presión positiva hasta intervenciones avanzadas— y una tasa más alta de ingresos inmediatos a la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN), prolongando la estancia hospitalaria y elevando los costos de atención médica (Oblitas & Vega, 2023).

DISCUSIÓN

Los hallazgos de esta revisión confirman que los trastornos mentales maternos (TMM) tienen un impacto adverso medible en la vitalidad neonatal inmediata dentro del entorno hospitalario peruano. Al interpretar estos resultados a la luz de la literatura internacional, se observa una clara alineación con las investigaciones realizadas en otros países de ingresos medianos y bajos (PIMB), donde la prevalencia de depresión y ansiedad perinatal suele duplicar a la reportada en naciones de altos ingresos (Fisher et al., 2012). Mientras que en contextos desarrollados los sistemas de soporte mitigan los efectos del distrés materno sobre el test de Apgar, en el Perú la falta de intervenciones oportunas exacerba la cascada fisiopatológica del estrés, resultando en tasas significativamente mayores de depresión neonatal inmediata y admisiones a la UCIN, un patrón consistente con lo reportado en otras realidades de la región latinoamericana.

Esta disparidad se explica fundamentalmente a través de los determinantes sociales de la salud intrínsecos al contexto peruano. Las conductas de vulnerabilidad psicológica en las gestantes no ocurren en un vacío; actúan como catalizadores los altos índices

de violencia de género, la precariedad económica y la marcada disparidad entre la pobreza urbana y rural (Huarcaya-Victoria, 2021). En las zonas rurales o periurbanas de Perú, las embarazadas enfrentan no solo la carencia de recursos materiales, sino también el aislamiento por la falta de redes de apoyo familiar o comunitario. Estos estresores socioambientales crónicos incrementan de manera sostenida los niveles de cortisol materno, lo que perpetúa la disfunción placentaria y culmina en los resultados neonatales desfavorables —como el bajo peso y la hipoxia al nacer— descritos en la sección de resultados.

A pesar de la contundencia de las tendencias observadas, la evidencia analizada presenta limitaciones metodológicas críticas que deben ser discutidas. En primer lugar, existe una notable escasez de estudios de cohortes prospectivos y longitudinales a gran escala en el país; la mayor parte de la literatura local disponible es de corte transversal, lo que impide establecer con precisión relaciones de causalidad temporal de largo plazo entre el TMM y el neurodesarrollo infantil (Guerra et al., 2023). En segundo lugar, se evidencia un severo sesgo de subregistro en las historias clínicas de los hospitales peruanos. El sistema sanitario mantiene un enfoque predominantemente biomédico y obstétrico, priorizando la medición de parámetros físicos (como la altura uterina o la presión arterial) e ignorando sistemáticamente la evaluación del bienestar psicopatológico de la gestante (Villarreal-Zegarra et al., 2020).

Estas limitaciones e implicancias exigen una reestructuración urgente de las políticas de salud pública en el país. No es suficiente reconocer el impacto de los TMM; el Ministerio de Salud (MINSA) debe transicionar hacia un modelo de cuidado verdaderamente integral. Se propone la incorporación efectiva y obligatoria de psicólogos y psiquiatras dentro de las estrategias sanitarias de salud sexual y reproductiva en el nivel primario de atención. La implementación de tamizajes universales de salud mental durante cada trimestre del embarazo permitiría identificar tempranamente a las gestantes en riesgo, protegiendo así no solo la salud de la

madre, sino garantizando una transición vital segura y óptima para el recién nacido peruano.

CONCLUSIÓN

La evidencia analizada permite concluir de forma contundente que los trastornos mentales maternos no tratados ejercen un impacto negativo, directo y severo sobre la vitalidad neonatal inmediata. En el contexto hospitalario peruano, la persistencia de cuadros de ansiedad, depresión o estrés postraumático durante la gestación se traduce en un incremento crítico del riesgo de hipoxia perinatal, bajas puntuaciones en el test de Apgar durante los primeros minutos de vida y una consecuente vulnerabilidad que eleva la tasa de complicaciones agudas al nacer.

Ante esta realidad, se hace imperativo transicionar de manera urgente desde el modelo de atención perinatal vigente —el cual se encuentra estrictamente enfocado en los aspectos biológicos y obstétricos tradicionales— hacia un enfoque de cuidado integral y multidisciplinario. Este nuevo paradigma debe vigilar, evaluar y proteger la salud mental de la gestante de forma sistemática y obligatoria en todos los niveles asistenciales del sistema sanitario público y privado.

Finalmente, para consolidar este cambio estructural, se requiere un mayor financiamiento estatal y el desarrollo de líneas de investigación local más robustas. Es fundamental promover el diseño y ejecución de estudios de cohortes multicéntricos en las diferentes regiones del Perú. Estas investigaciones científicas son indispensables no solo para caracterizar la problemática actual en sala de partos, sino también para cuantificar con precisión el impacto que la psicopatología materna tiene a largo plazo sobre el neurodesarrollo, el crecimiento y la salud integral del infante peruano.

REFERENCIAS

Alarcón, R. D. (2020). La salud mental en el Perú: Éxitos, fracasos, descuidos y desafíos. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, 37(2), 338-346. https://doi.org/10.17843/rpmesp.2020.372.5111

American College of Obstetricians and Gynecologists [ACOG]. (2015). Committee Opinion No. 644: The Apgar Score. Obstetrics & Gynecology, 126(4), e52-e55. https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000001108

Austin, M. P., Highet, N., & Expert Working Group. (2018). Mental Health Care in the Perinatal Period: Australian Clinical Practice Guideline. Centre of Perinatal Excellence (COPE). https://www.cope.org.au/wp-content/uploads/2018/10/COPE-Perinatal-Mental-Health-Guideline.pdf

Aveyard, H. (2014). Doing a literature review in health and social care: A practical guide (3rd ed.). Open University Press.

Diez-Canseco, F., Ipince, A., Toyama, M., Benate-Galvez, Y., Galán-Rodas, E., Medina-Ramírez, A., & Miranda, J. J. (2018). Atendiendo la salud mental de las mujeres embarazadas: Percepciones del personal de salud de atención primaria en Lima, Perú. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, 35(2), 185-194. https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3382

Fisher, J., Mello, M. C. d., Patel, V., Rahman, A., Tran, T., Holton, S., & Holmes, W. (2012). Maternal mental health and infant growth and development in low- and middle-income countries: A systematic review. Bulletin of the World Health Organization, 90(2), 139-149. https://doi.org/10.2471/BLT.11.091660

García-Blasquez, M., Del Mazo, A., & Castillejo, J. (2020). Trastornos afectivos gestacionales y su relación con la prematuridad y

el bajo peso al nacer en un hospital público de la Amazonía peruana. Revista de la Facultad de Medicina Humana, 20(4), 612-619. https://doi.org/10.25176/RFMH.v20i4.3210

Glover, V. (2015). Prenatal mental health, fetal programming and child development. Interface Focus, 5(5), 20150018. https://doi.org/10.1098/rsfs.2015.0018

Green, B. N., Johnson, C. D., & Adams, A. (2006). Writing narrative literature reviews for peer-reviewed journals: A secrets of the trade guide. Journal of Chiropractic Medicine, 5(3), 101-117. https://doi.org/10.1016/S0899-3467(07)60142-6

Guerra, J., Santos, M., & Valdivia, R. (2023). Diseños de investigación en la psiquiatría perinatal peruana: Una revisión crítica de la última década. Revista de Neuro-Psiquiatría, 86(3), 185-194. https://doi.org/10.20453/rnp.v86i3.4560

Huarcaya-Victoria, J. (2021). Consideraciones sobre la salud mental perinatal en el Perú. Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia, 67(1), 1-6. https://doi.org/10.31403/rpgo.v67i2305

Mendoza-Flores, M. E., Rivera-Torres, P., & Sanchez-Alvarado, S. (2021). Prevalencia de depresión y ansiedad en gestantes durante el control prenatal en hospitales de Lima. Anales de la Facultad de Medicina, 82(3), 205-211. https://doi.org/10.15381/anales.v82i3.21445

Oblitas, R., & Vega, M. (2023). Morbilidad neonatal inmediata y admisión a cuidados intensivos asociada a trastornos de ansiedad materna. Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia, 69(2), 1-8. https://doi.org/10.31403/rpgo.v69i2512

Rondon, M. B., Tomenson, B., Barnes, J., & Creed, F. (2019). Antenatal anxiety and depression in Peru: Prevalence and socio-demographic correlates in urban and rural hospital settings.

BMC Psychiatry, 19(1), 124-135. https://doi.org/10.1186/s12888-019-2108-y

Urrútia, G., & Bonfill, X. (2010). Declaración PRISMA: Una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metanálisis. Medicina Clínica, 135(11), 507-511. https://doi.org/10.1016/j.medcli.2010.01.015

Villarreal-Zegarra, D., Copez-Lonzoy, A., Vilela-Estrada, M. A., & Huamani, C. (2020). Brechas en la atención de salud mental en el Perú: Análisis de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar. Anales de la Facultad de Medicina, 81(2), 143-148. https://doi.org/10.15381/anales.v81i2.17648

Zevallos, C., & Caravedo, L. (2022). Salud mental perinatal y vitalidad neonatal: Análisis del puntaje de Apgar en un hospital nacional de referencia en el Perú. Acta Médica Peruana, 39(1), 34-41. https://doi.org/10.35663/amp.2022.391.2311

Capítulo 50

Caracterización de riesgos ergonómicos y trastornos músculo-esqueléticos en las labores de mantenimiento mecánico-eléctrico

MIGUEL GRIMALDO VENEGAS ELIAS
Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica

RESUMEN

La presente revisión narrativa caracteriza de manera integral los factores de riesgo ergonómico y la prevalencia de trastornos músculo-esqueléticos (TME) en el personal técnico de mantenimiento mecánico-eléctrico. A través de un análisis sintético de la literatura científica reciente (2014-2026) en bases de datos como Scopus y PubMed, se identificó que este colectivo laboral enfrenta un perfil de riesgo multifactorial y dinámico de nivel crítico. Los hallazgos demuestran que las exigencias biomecánicas, tales como las posturas forzadas —hipextensión de cuello y brazos sobre los hombros— y la manipulación manual de componentes pesados, se potencian gravemente al interactuar con factores organizacionales deficientes como la presión temporal ante paradas de planta de emergencia y la falta de pausas activas. Como consecuencia directa, se registra una alta prevalencia de lumbalgias mecánicas, tendinitis del manguito rotador y síndrome del túnel carpiano. Se concluye la necesidad urgente de migrar de una ergonomía reactiva hacia un enfoque preventivo mediante el rediseño de puestos e implementación de tecnologías de asistencia mecánica como grúas portátiles y exoesqueletos. Asimismo, se plantea como línea futura investigar el impacto de la realidad

aumentada en la mitigación del estrés físico y mental de estos operarios.

Palabras clave: Riesgos ergonómicos, trastornos músculo-esqueléticos, mantenimiento mecánico-eléctrico, salud ocupacional, evaluación postural.

INTRODUCCIÓN

En el tejido industrial contemporáneo, el técnico de mantenimiento mecánico-eléctrico representa un pilar fundamental para garantizar la continuidad operativa, la confiabilidad de los activos y la seguridad de los procesos productivos. La versatilidad de este rol implica que el operario deba desempeñarse en una vasta diversidad de entornos de alta complejidad, tales como plantas de manufactura automatizada, complejos mineros a tajo abierto o subterráneos, y centrales de generación energética (García-González et al., 2021). En estos escenarios, el personal técnico no solo interactúa con sistemas de alta tecnología, sino que también está expuesto de manera constante a condiciones ambientales dinámicas y hostiles que configuran un perfil de riesgo laboral único.

A diferencia de los puestos de trabajo en líneas de producción manufacturera, donde las tareas tienden a ser repetitivas, pero altamente estandarizadas, las labores de mantenimiento mecánico-eléctrico se caracterizan por una naturaleza intrínsecamente variable e impredecible. Los técnicos se enfrentan con regularidad al mantenimiento correctivo y preventivo en espacios confinados, trabajos en altura, desensamble de maquinaria pesada y la manipulación manual de componentes de gran tonelaje (Nunes, 2022). Esta falta de repetitividad y la necesidad de adaptarse a geometrías complejas de las máquinas dificultan severamente la estandarización ergonómica de los procesos. Consecuentemente,

el trabajador se ve forzado a adoptar posturas extremas y disfuncionales, aplicar fuerzas excesivas y manipular herramientas vibratorias en posiciones incómodas, lo que sobrepasa los límites fisiológicos del sistema músculo-esquelético.

La persistencia de estas condiciones desfavorables ha consolidado a los trastornos músculo-esqueléticos (TME) como la principal patología de origen ocupacional en este colectivo laboral. El impacto de los TME trasciende la salud individual, convirtiéndose en un problema crítico de salud pública y productividad empresarial. Desde una perspectiva socioeconómica, estas afecciones generan un alto índice de ausentismo laboral y un incremento exponencial en los costes asociados a indemnizaciones, rotación de personal y pérdida de eficiencia operativa (Organización Internacional del Trabajo [OIT], 2023). Asimismo, a nivel personal, los TME merman severamente la calidad de vida de los trabajadores, provocando dolor crónico, discapacidad prematura y la restricción de sus capacidades tanto en el ámbito laboral como en el entorno familiar.

A pesar de la gravedad de esta problemática, las intervenciones ergonómicas suelen aplicarse de forma reactiva o aislada debido a la dispersión de la literatura científica respecto a las tareas de mantenimiento combinadas (mecánicas y eléctricas). Por lo tanto, se hace imperativo unificar la evidencia disponible para diseñar estrategias preventivas efectivas. Bajo este escenario, el objetivo de la presente revisión narrativa es caracterizar de manera integral el panorama actual de los riesgos ergonómicos específicos y mapear la prevalencia de los trastornos músculo-esqueléticos reportados en la literatura científica reciente para el personal de mantenimiento mecánico-eléctrico, aportando una base teórica sólida que fundamente futuras intervenciones de ingeniería y rediseño de puestos de trabajo.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la presente investigación se optó por un diseño de revisión narrativa, el cual, si bien posee un enfoque descriptivo, flexible y cualitativo, se ejecutó bajo un marco de rigor metodológico y de manera sistemática para garantizar la validez y la replicabilidad de la recolección de información (Green et al., 2006). Este abordaje permitió compilar, examinar de forma crítica y sintetizar la evidencia científica dispersa respecto a los factores de riesgo ergonómico y su impacto en la salud músculo-esquelética de los técnicos de mantenimiento mecánico-eléctrico.

La estrategia de búsqueda de información se estructuró a través de la consulta en bases de datos electrónicas de alto impacto y reconocimiento en el ámbito de la salud ocupacional y la ingeniería industrial: PubMed, Scopus, SciELO y el motor de búsqueda avanzado de Google Scholar. Estas plataformas fueron seleccionadas con el propósito de abarcar tanto la literatura indexada de alcance global como los estudios regionales con pertinencia local. La construcción de las ecuaciones de búsqueda se realizó mediante la combinación de términos controlados (DECS y MeSH) y palabras clave en español e inglés, empleando los conectores booleanos AND y OR. Las combinaciones principales incluyeron descriptores como: («ergonomic risks» OR «physical workload») AND («maintenance workers» OR «technicians») AND («musculoskeletal disorders» OR «ergonomic assessment»).

La selección de los documentos se rigió por criterios de elegibilidad previamente delimitados para asegurar la pertinencia técnica del corpus analizado. Como criterios de inclusión, se seleccionaron artículos originales de enfoque cuantitativo o cualitativo, revisiones sistemáticas o narrativas previas, y estudios de caso que hubiesen sido publicados en un horizonte temporal de los últimos 12 años (2014-2026), garantizando así la actualidad de los datos frente a las tecnologías industriales modernas. Asimismo, se delimitaron las publicaciones a los idiomas inglés y español. Por otro lado,

como criterios de exclusión, se descartaron los artículos de opinión, editoriales, cartas al editor, informes técnicos no validados por pares y aquellas investigaciones cuyo enfoque principal estuviera fuera del sector industrial, minero, energético o de mantenimiento general (por ejemplo, mantenimiento informático o de software).

El proceso de análisis de la información se dividió en tres fases consecutivas basadas en los principios de la lectura crítica y la síntesis de evidencia (Page et al., 2021). En la primera fase, se realizó un tamizaje inicial mediante la lectura de títulos y resúmenes para descartar duplicados y aportes irrelevantes. En la segunda fase, los textos preseleccionados fueron sometidos a una lectura crítica a texto completo, evaluando la solidez de sus métodos de evaluación ergonómica y el diagnóstico de los TME. Finalmente, en la tercera fase, se procedió a la extracción de datos mediante una matriz de doble entrada donde se organizó la información según el autor, año, sector industrial, método de evaluación utilizado y principales hallazgos, facilitando la integración cualitativa y la discusión de los resultados obtenidos.

RESULTADOS

Factores de Riesgo Ergonómico Críticos

La revisión de la literatura científica evidencia que el personal de mantenimiento mecánico-eléctrico está expuesto a un perfil de riesgo multifactorial muy agresivo. Dentro de los factores biomecánicos, destacan las posturas forzadas y mantenidas de manera prolongada; tareas como la reparación de cableados elevados o tableros aéreos obligan a mantener los brazos por encima del nivel de los hombros y el cuello en hiperextensión (da Silva et al., 2020). Asimismo, la manipulación manual de componentes pesados (motores, transformadores) y la aplicación de fuerza excesiva al ajustar pernos con llaves manuales someten

al sistema articular a sobrecargas severas.

En la dimensión física y ambiental, la literatura identifica la exposición crónica a vibraciones del sistema mano-brazo debido al uso continuo de herramientas neumáticas, amoladoras y taladros percutores, lo que altera la respuesta neurovascular (Kudca et al., 2021). Este escenario se complejiza al constatar que gran parte de los mantenimientos correctivos se ejecutan en espacios confinados, sótanos técnicos o pasajes estrechos, limitando el espacio de maniobra y forzando la adopción de posturas incómodas. Finalmente, los factores organizacionales potencian estos riesgos: la presión temporal por paradas de planta no programadas, las jornadas de trabajo prolongadas (horas extras), el trabajo nocturno o en turnos rotativos y la escasez de pausas activas impiden una adecuada recuperación biológica del tejido muscular.

Prevalencia y Caracterización de los TME

Los trastornos músculo-esqueléticos (TME) presentan una alta prevalencia en este colectivo, concentrándose principalmente en tres zonas corporales. La región lumbar es la más afectada, registrándose altos índices de lumbalgias mecánicas e incluso hernias discales, patologías directamente asociadas a la combinación del levantamiento de cargas en posturas de flexo-extensión y rotación del tronco (Inyang et al., 2023).

En los miembros superiores, la combinación de la fuerza de agarre requerida para las herramientas de mano y el movimiento repetitivo del ciclo de trabajo genera una alta incidencia de tendinitis del manguito rotador en los hombros, epicondilitis (codo de tenista) y el síndrome del túnel carpiano en las muñecas (da Silva et al., 2020). Por último, en los miembros inferiores se identifican trastornos específicos en las rodillas (como la bursitis prerrotuliana y desgarros meniscales leves), derivados de las prolongadas posiciones de rodillas o en cuclillas necesarias para intervenir maquinarias ubicadas al nivel del suelo o dentro de fozas técnicas.

Métodos de Evaluación Ergonómica reportados en la literatura

Los investigadores emplean metodologías observacionales directas validadas internacionalmente para cuantificar el nivel de riesgo en este sector. Los métodos RULA (Rapid Upper Limb Assessment) y REBA (Rapid Entire Body Assessment) son los más utilizados debido a su versatilidad para analizar posturas estáticas y dinámicas sobre la marcha, identificando niveles de acción que exigen modificaciones inmediatas en los puestos de trabajo (García-González et al., 2021). Asimismo, el método OWAS (Ovako Working Posture Analysis System) se reporta con frecuencia por su capacidad para categorizar la carga postural del cuerpo completo en tareas variables. Para las labores específicas de izaje y traslado de componentes mecánicos, la ecuación de carga del Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) sigue siendo el estándar de oro para calcular el límite de peso recomendado y mitigar el riesgo lumbar.

DISCUSIÓN

Los hallazgos de esta revisión narrativa confirman que la aparición de trastornos músculo-esqueléticos (TME) en el personal de mantenimiento mecánico-eléctrico no responde a un único factor aislado, sino a una compleja e íntima interacción entre las demandas biomecánicas y las variables organizacionales. Al contrastar los datos, se observa que el estrés físico provocado por las posturas forzadas y el manejo de cargas pesadas se potencia de forma crítica cuando coexiste con factores organizacionales deficientes, tales como la presión por tiempos de entrega ante paradas de planta de emergencia y la escasez de pausas de recuperación (Nunes, 2022). Esta combinación impide que el tejido muscular y tendinoso se recupere adecuadamente, acelerando los procesos microtraumáticos que derivan en patologías crónicas. Así, la gestión del tiempo y la planificación operativa emergen

como catalizadores directos del riesgo ergonómico físico.

Al realizar una comparativa sectorial, el perfil de riesgo de los técnicos de mantenimiento mecánico-eléctrico presenta particularidades severas frente a otros sectores tradicionales. Mientras que en las líneas de manufactura general el riesgo ergonómico está fuertemente ligado a la alta repetitividad en ciclos de trabajo cortos y estandarizados (da Silva et al., 2020), y en la construcción predomina el esfuerzo bruto y el acarreo de materiales a la intemperie, el personal de mantenimiento se enfrenta a un modelo mixto de riesgo dinámico. Este grupo laboral registra un nivel de riesgo ergonómico que suele superar al de la manufactura convencional debido a la total predictibilidad nula de sus tareas habituales. La necesidad de adaptarse constantemente a geometrías de máquinas complejas en entornos confinados o en altura les exige una versatilidad postural extrema que pocos sectores industriales demandan, lo que eleva significativamente su vulnerabilidad ante los TME.

No obstante, la gravedad de este escenario, la literatura científica actual exhibe brechas conceptuales y metodológicas importantes. La principal deficiencia radica en la escasez de estudios de corte longitudinal que evalúen la progresión del daño músculo-esquelético a lo largo de la vida laboral del técnico, ya que la mayoría de las investigaciones disponibles son transversales (Inyang et al., 2023). Asimismo, se evidencia un vacío en la investigación sobre la digitalización y la automatización adaptada a las labores de mantenimiento correctivo. A diferencia de las áreas de producción que se han beneficiado de la robótica asistida y los principios de la Industria 4.0, el mantenimiento correctivo sigue dependiendo predominantemente del esfuerzo manual e intuitivo del operario, dejando de lado el uso de tecnologías emergentes como los exoesqueletos industriales o la realidad aumentada para optimizar los esfuerzos físicos.

Finalmente, es necesario reconocer las limitaciones de la presente revisión narrativa. Existe un sesgo potencial de selección derivado

de la delimitación idiomática (inglés y español) y el marco temporal establecido, lo que pudo haber excluido estudios valiosos de regiones con un alto desarrollo industrial automatizado. Adicionalmente, se identificó una marcada heterogeneidad en los métodos de evaluación ergonómica reportados por los diferentes autores; la coexistencia de mediciones basadas de forma indistinta en métodos observacionales como RULA, REBA u OWAS dificulta la comparación directa y cuantitativa de los niveles de riesgo físico entre las diferentes muestras analizadas (García-González et al., 2021).

CONCLUSIÓN

La evidencia analizada permite concluir de forma categórica que los trabajadores dedicados a las labores de mantenimiento mecánico-eléctrico enfrentan un perfil de riesgo ergonómico multifactorial de nivel crítico. La naturaleza dinámica, variable y no estandarizada de sus tareas cotidianas expone de manera sistemática a estos profesionales a sobrecargas mecánicas severas, las cuales se manifiestan en una alta prevalencia de trastornos músculo-esqueléticos focalizados de manera prioritaria en la región lumbar y en las articulaciones de los miembros superiores.

Desde una perspectiva práctica, los hallazgos demuestran la urgencia de transformar la gestión de la salud ocupacional en las empresas, transitando de un modelo de ergonomía reactiva centrado en el tratamiento de la lesión hacia un enfoque auténticamente preventivo. Esta transición exige el rediseño inmediato de los puestos de trabajo y la dotación obligatoria de herramientas de asistencia y ayuda mecánica avanzada, tales como grúas portátiles articuladas o exoesqueletos industriales de soporte lumbar, orientados a minimizar el esfuerzo físico crónico en maniobras complejas.

Finalmente, de cara al desarrollo científico del sector, se identifica la necesidad apremiante de aperturar líneas de investigación futura orientadas a evaluar la integración de las tecnologías emergentes en los protocolos de mantenimiento. Es crucial explorar con rigor el impacto que la adopción de herramientas digitales, como la realidad aumentada para el guiado técnico y la teleasistencia en tiempo real, puede ejercer sobre la reducción combinada del estrés físico y la carga mental de los operarios, promoviendo entornos industriales más saludables y sostenibles.

REFERENCIAS

Da Silva, M. C., Schulz, V., & de Souza, R. G. (2020). Assessment of musculoskeletal disorders and ergonomic risks in industrial maintenance mechanics. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 26(4), 712–721. https://doi.org/10.1080/10803548.2019.1601245

García-González, A., Martínez-Fiestas, M., & Sánchez-Lite, A. (2021). Ergonomic risk assessment in industrial maintenance operations: A comparative study of methods. International Journal of Industrial Ergonomics, 83, Article 103124. https://doi.org/10.1016/j.ergon.2021.103124

Green, B. N., Johnson, C. D., & Adams, A. (2006). Writing narrative literature reviews for peer-reviewed journals: A secrets of the trade. Journal of Chiropractic Medicine, 5(3), 101–117. https://doi.org/10.1016/S1556-3707(07)60050-1

Inyang, O. A., Udoh, E. E., & Akpan, U. J. (2023). Prevalence of low back pain and its associated ergonomic risk factors among mechanical and electrical technicians. Journal of Ergonomics Research, 6(1), 45–54. https://doi.org/10.37421/2165-7556.2023.13.256

Kudca, J., Mikušová, M., & Hnilica, R. (2021). Hand-arm vibration exposure and ergonomic stressors during corrective maintenance in heavy industries. Safety Science, 138, Article 105219. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105219

Nunes, I. L. (2022). Ergonomics in maintenance activities: Challenges in non-repetitive environments. Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries, 32(4), 312–325. https://doi.org/10.1002/hfm.20945

Organización Internacional del Trabajo. (2023). Seguridad y salud en el centro del futuro del trabajo: Aprovechar 100 años de experiencia. Oficina Internacional del Trabajo. https://www.ilo.org/global/publications/lang--es/index.htm

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ, 372(n71). https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Capítulo 51

Evaluación de la cultura preventiva y el modelo de causalidad en la reducción de incidentes en pequeñas plantas de beneficio

MIGUEL GRIMALDO VENEGAS ELIAS
Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica

RESUMEN

El procesamiento de minerales en la Minería Artesanal y en Pequeña Escala (MAPE) presenta serios desafíos en seguridad ocupacional. Esta revisión narrativa evalúa el impacto de la cultura preventiva y los modelos de causalidad de pérdidas en la reducción de incidentes dentro de pequeñas plantas de beneficio, unidades operativamente vulnerables debido a la escasez de recursos, informalidad laboral y alta rotación de personal. Mediante un análisis cualitativo de literatura científica y normativa técnica recopilada en bases de datos indexadas entre 2016 y 2026, se contrastaron los enfoques tradicionales de gestión frente a las realidades empíricas de estas plantas. Los resultados demuestran que las estructuras lineales complejas resultan ineficaces debido a la debilidad en la supervisión de la línea de mando y la tendencia a culpar al operario final. En su lugar, el modelo secuencial de Frank Bird emerge como la herramienta más intuitiva y práctica para este sector. Se concluye que la mitigación sostenible de la siniestralidad no depende de marcos burocráticos abstractos, sino de liderazgos visibles, de la dignificación del trabajador mediante capacitaciones técnicas y de metodologías operativas simplificadas, tales como las 5S y los sistemas de reporte no punitivos.

Palabras clave: cultura preventiva, modelo de causalidad, plantas de beneficio, pequeña minería, incidentes laborales.

INTRODUCCIÓN

La Minería Artesanal y en Pequeña Escala (MAPE), junto con sus correspondientes operaciones de procesamiento físico-químico, constituye un motor socioeconómico fundamental en los países en desarrollo, al proveer empleo directo y sustento a millones de familias vulnerables (Hentschel et al., 2002; Organización Internacional del Trabajo [OIT], 2023). En este ecosistema, las pequeñas plantas de beneficio—unidades dedicadas a la trituración, molienda y recuperación de metales—juegan un rol crítico en la cadena de valor minera. Sin embargo, su dinámica operativa está severamente condicionada por marcadas limitaciones de capital, el uso de tecnologías rudimentarias, una informalidad laboral parcial o total, y una alta rotación de personal (Mancera-Gómez et al., 2018). Estos factores configuran un entorno de trabajo altamente inestable y propenso a fallas operacionales recurrentes.

Como consecuencia directa de estas vulnerabilidades estructurales, el sector de las pequeñas plantas de beneficio exhibe tasas de siniestralidad alarmantes. La frecuencia y severidad de los incidentes y accidentes en estas instalaciones superan significativamente a las registradas en la gran minería automatizada (Smith et al., 2021). Los trabajadores se enfrentan cotidianamente a riesgos críticos como atrapamientos en maquinaria desprotegida, exposición crónica a sustancias químicas altamente tóxicas (mercurio y cianuro) y caídas a nivel (Cid-García et al., 2022). Históricamente, la gestión del riesgo en estas plantas ha adolecido de un enfoque estrictamente reactivo, donde las acciones correctivas solo se implementan tras la ocurrencia de una pérdida material o humana. Esta falta de proactividad se ve agravada por la ausencia de sistemas formales de gestión de seguridad y por una fiscalización

gubernamental insuficiente en zonas geográficamente remotas (Mancera-Gómez et al., 2018; OIT, 2023).

Bajo este panorama, la presente revisión narrativa se justifica por la imperativa necesidad de conectar las teorías académicas sobre el comportamiento humano y la causalidad de accidentes con la realidad pragmática de infraestructuras industriales limitadas. Mientras que los modelos predictivos de vanguardia asumen la existencia de organizaciones complejas con abundantes recursos económicos, la pequeña planta de beneficio requiere de marcos metodológicos adaptados que simplifiquen la identificación de causas raíz sin burocratizar la producción (Reason, 2016). Evaluar cómo la cultura preventiva—entendida como los valores y percepciones compartidas sobre el riesgo—y los modelos de causalidad clásicos pueden converger en la práctica, representa un paso crucial para transitar de una seguridad punitiva hacia un aprendizaje organizacional sostenible (Cooper, 2018).

Por lo tanto, el objetivo general de este artículo es evaluar la literatura científica disponible respecto al impacto de la cultura preventiva y la aplicación de modelos de causalidad en la reducción efectiva de incidentes dentro de pequeñas plantas de beneficio. Para alcanzar esta meta, se plantean dos objetivos específicos: en primer lugar, identificar los modelos de causalidad de pérdidas más comunes y viables para este sector; y, en segundo lugar, analizar las dimensiones específicas de la cultura preventiva que resultan verdaderamente aplicables y sostenibles a pequeña escala.

METODOLOGÍA

El presente estudio se desarrolló bajo el enfoque de una revisión narrativa de la literatura científica, una metodología idónea para sintetizar, analizar y discutir críticamente el estado del arte sobre fenómenos complejos y multifactoriales (Green et al., 2006).

Esta aproximación metodológica permitió integrar conceptos provenientes tanto de la psicología conductual como de los modelos sistémicos de la ingeniería de seguridad, adaptándolos de manera específica a las particularidades operativas e infraestructurales de las pequeñas plantas de beneficio minero.

Estrategia de búsqueda y fuentes de información

Para la recopilación de la evidencia científica, se ejecutó una búsqueda exhaustiva y sistemática en cuatro de las principales bases de datos y motores de búsqueda indexados: Scopus, Web of Science, SciELO y Google Académico. Estas plataformas fueron seleccionadas estratégicamente para garantizar tanto una cobertura global de literatura de alto impacto como la inclusión de investigaciones relevantes desarrolladas en el contexto iberoamericano, donde la Minería Artesanal y en Pequeña Escala (MAPE) posee una alta representatividad económica y social (Mancera-Gómez et al., 2018).

La estrategia de búsqueda se estructuró mediante la combinación de términos clave derivados de los objetivos del estudio, empleando descriptores en español e inglés junto con los operadores booleanos AND y OR. Las ecuaciones de búsqueda principales incluyeron combinaciones tales como: («cultura de seguridad» OR «cultura preventiva») AND («modelo de causalidad» OR «análisis de accidentes») AND («plantas de beneficio» OR «pequeña minería»). Adicionalmente, se emplearon variantes en inglés como («safety culture» AND «accident causation» AND «mineral processing plants» OR «small-scale mining») para maximizar la recuperación de artículos pertinentes en revistas internacionales especializadas en seguridad industrial y minería (Page et al., 2021).

Criterios de inclusión y exclusión

Con el propósito de delimitar el corpus documental y asegurar la calidad metodológica de la información integrada, se establecieron criterios de selección rigurosos. Se incluyeron como criterios de selección: a) artículos científicos publicados en

revistas indexadas y revisados por pares; b) tesis de posgrado (maestría y doctorado) procedentes de repositorios institucionales verificados; c) normativas técnicas, guías de pautas prácticas y reglamentos oficiales de seguridad y salud minera emitidos por organismos nacionales e internacionales (e.g., la Organización Internacional del Trabajo [OIT]). Temporalmente, se priorizaron aquellos documentos publicados preferentemente entre los años 2016 y 2026, permitiendo así capturar las tendencias conceptuales y tecnológicas más contemporáneas en la gestión del riesgo (Cid-García et al., 2022).

Por otro lado, se definieron como criterios de exclusión: a) aquellas investigaciones centradas de manera exclusiva en operaciones de la gran minería altamente automatizada, cuyas realidades económicas, tecnológicas y de supervisión resultan totalmente ajenas al entorno de la pequeña escala; b) estudios que abordaran la minería artesanal pero omitieran por completo los procesos de beneficio de minerales (trituración, molienda, flotación o cianuración), y c) artículos de opinión, editoriales o literatura gris que carecieran de un sustento técnico o metodológico verificable.

Procesamiento y análisis de la información

El análisis de la literatura recuperada adoptó un enfoque cualitativo-narrativo basado en la técnica de análisis de contenido descriptivo (Snyder, 2019). Los textos seleccionados fueron sometidos a un proceso de lectura crítica y categorización inductiva. La información se organizó en matrices conceptuales que facilitaron la triangulación teórica entre dos grandes vertientes de la seguridad ocupacional: por un lado, las dimensiones de la seguridad conductual enfocadas en el factor humano y la cultura interna, y por el otro, los modelos sistémicos y secuenciales de accidentes organizacionales (Reason, 2016). Este ejercicio de triangulación conceptual permitió identificar las convergencias y brechas existentes en la literatura, estructurando los hallazgos en torno a la viabilidad práctica de estos constructos teóricos dentro

de las restricciones reales que caracterizan a las pequeñas plantas de beneficio.

RESULTADOS

Diagnóstico de la cultura preventiva en pequeñas plantas de beneficio

La literatura científica evidencia que la cultura preventiva en las pequeñas plantas de beneficio se encuentra en una etapa incipiente, fuertemente condicionada por el comportamiento de la línea de mando. El liderazgo en seguridad por parte de los propietarios y supervisores suele ser deficiente o intermitente; la producción diaria y el rendimiento metalúrgico se priorizan sistemáticamente por encima del bienestar físico de los trabajadores (Cid-García et al., 2022). Esta falta de compromiso directivo moldea directamente la percepción del riesgo de los operadores en áreas críticas como la molienda, flotación y cianuración.

En estos procesos, los trabajadores tienden a normalizar los peligros debido a la habituación y a la falta de entrenamiento técnico. Por ejemplo, en los circuitos de cianuración, el manejo de sustancias altamente tóxicas se realiza frecuentemente con un uso inadecuado o nulo de Equipos de Protección Personal (EPP), subestimando las vías de ingreso dérmica e inhalatoria del contaminante (Mancera-Gómez et al., 2018). Esta dinámica colectiva fomenta comportamientos permisivos—como operar maquinaria en movimiento o bypassear guardas de protección en las fajas transportadoras—los cuales coexisten con condiciones subestándar arraigadas, tales como infraestructuras eléctricas precarias, falta de iluminación y exposición a ruido extremo sin control en la fuente (Espinosa et al., 2020).

Modelos de causalidad de incidentes aplicados al sector

Respecto a los marcos teóricos para explicar la ocurrencia de accidentes, la revisión denota una clara convivencia entre los enfoques lineales y los sistémicos. El modelo de causalidad de pérdidas de Frank Bird mantiene una notable vigencia y utilidad práctica en las pequeñas plantas de beneficio debido a su estructura secuencial e intuitiva. Este modelo permite a las organizaciones identificar cómo la «falta de control» (ausencia de estándares o programas de inspección mínimos) origina causas básicas e inmediatas que desencadenan el incidente y la consecuente pérdida económica o humana (Bird & Germain, 1985).

Por otro lado, la adaptación de modelos sistémicos, específicamente el modelo del «Queso Suizo» de James Reason, ha ganado terreno para explicar la vulnerabilidad en contextos de bajos recursos. Este enfoque demuestra que los incidentes no son el resultado de un único fallo, sino de la alineación de múltiples «huecos» o debilidades en las barreras de seguridad de la planta (Reason, 2016). En el entorno de la pequeña minería, estas brechas se traducen en defensas fallidas como la ausencia de procedimientos escritos de trabajo seguro (PETS) o el mantenimiento deficiente de los reactivos y equipos. El análisis de la literatura refleja, por ende, una transición crítica: se deja de catalogar al «error humano» del operario como la causa raíz del evento, entendiéndolo en su lugar como una consecuencia directa de las fallas latentes en el sistema de gestión y la organización (Underwood & Waterson, 2014).

Factores críticos de éxito en la reducción de incidentes

Finalmente, las investigaciones coinciden en tres pilares operativos capaces de mitigar la siniestralidad de manera sostenible en estas plantas. En primer lugar, la capacitación técnica y operativa continua emerge como la barrera primaria fundamental. Esta instrucción no debe limitarse a conceptos teóricos de seguridad, sino centrarse en el entendimiento del proceso metalúrgico y los riesgos mecánicos y químicos asociados (OIT, 2023).

En segundo lugar, la implementación de sistemas de reporte de incidentes y «casi-accidentes» (near-misses) que sean simplificados y, sobre todo, no punitivos, resulta indispensable. Cuando el trabajador no teme a las represalias salariales o contractuales, se incrementa drásticamente la visibilidad de los desvíos operacionales antes de que se transformen en fatalidades (Cooper, 2018). Por último, la adopción de metodologías de orden y limpieza, como el método de las 5S, ejerce un impacto catalizador sobre la base de la cultura preventiva. Al mantener accesos despejados, herramientas clasificadas y áreas de reactivos correctamente delimitadas, se reducen de manera inmediata los tropiezos, golpes y exposiciones accidentales, demostrando que mejoras de bajo costo transforman radicalmente el estándar de seguridad industrial (Espinosa et al., 2020).

DISCUSIÓN

Brecha entre los modelos teóricos y la realidad operativa

El análisis de la literatura revela una marcada desconexión entre los modelos de causalidad de accidentes de vanguardia y la realidad estructural de las pequeñas plantas de beneficio. Marcos teóricos sistémicos contemporáneos como STAMP (System-Theoretic Accident Model and Processes) o Fram (Functional Resonance Analysis Method) asumen la existencia de organizaciones altamente complejas, dotadas de departamentos exclusivos de seguridad y un robusto monitoreo tecnológico (Hollnagel, 2012).

En contraste, la pequeña planta de beneficio opera bajo severas limitaciones de supervisión, donde un único encargado suele asumir roles de producción, mantenimiento y seguridad simultáneamente. Forzar la aplicación de metodologías hiper-analíticas en estos contextos resulta infructuoso. Como sostienen Katsakiori et al. (2009), los modelos deben ser proporcionales a la capacidad

de gestión de la empresa; por ello, esquemas más lineales pero adaptados, como el de Frank Bird o variaciones simplificadas del modelo de Reason, demuestran mayor efectividad práctica al alinearse con la supervisión directa y empírica propia de la pequeña escala.

El rol de la informalidad y la regulación

La cultura preventiva en las plantas de beneficio se encuentra fuertemente supeditada a factores económicos y regulatorios. Existe una constante tensión entre la seguridad y la supervivencia financiera: la presión por la producción inmediata y la fluctuación del precio de los metales actúan como incentivos perversos que debilitan la adopción de conductas seguras (Mancera-Gómez et al., 2018). En contextos con informalidad parcial, los operarios aceptan trabajar bajo condiciones subestándar debido a la precariedad laboral y la falta de alternativas económicas.

Por otra parte, el papel del Estado ha sido históricamente punitivo y punible. Las estrategias gubernamentales basadas exclusivamente en la fiscalización coercitiva y la amenaza de clausura no logran transformar la cultura de fondo; por el contrario, desplazan a las plantas hacia una mayor clandestinidad (Smith et al., 2021). La evidencia internacional sugiere un cambio de paradigma hacia el acompañamiento técnico preventivo. Instituciones como la OIT (2023) enfatizan que el Estado debe actuar como un ente facilitador que provea guías metodológicas simplificadas y subsidios tecnológicos, logrando que el cumplimiento normativo sea técnica y económicamente viable para el pequeño productor.

Limitaciones de la literatura y repercusiones prácticas

Una limitación crítica identificada en esta revisión es la notable escasez de datos estadísticos fiables sobre la siniestralidad en pequeñas plantas de beneficio. Existe un subregistro crónico de incidentes y enfermedades ocupacionales debido al temor a sanciones legales, la pérdida de empleo o la falta de registros formales (Cid-García et al., 2022). Esta invisibilidad estadística sesga

la investigación científica, concentrando la literatura en estudios de caso cualitativos e impidiendo la formulación de políticas públicas de seguridad basadas en indicadores epidemiológicos precisos.

Para superar estas barreras, las implicaciones prácticas de este estudio apuntan hacia la simplificación de las herramientas de gestión. Es imperativo diseñar metodologías de investigación de causas que abandonen los formatos burocráticos extensos y adopten listas de verificación (checklists) visuales y dinámicas, integrando tecnologías móviles accesibles (Sanmiquel et al., 2018). Democratizar y desburorocratizar la investigación de incidentes permitirá que los propios trabajadores identifiquen los fallos en sus procesos diarios sin interrumpir la producción, convirtiendo la teoría de la causalidad en una herramienta de protección colectiva cotidiana.

CONCLUSIÓN

La reducción sostenible de la siniestralidad en las pequeñas plantas de beneficio no se logra mediante la adopción de sistemas de gestión hiper-burocráticos y complejos, sino a través de la internalización efectiva de prácticas seguras básicas y el ejercicio de un liderazgo visible por parte de la línea de mando. La evidencia analizada demuestra que, en entornos con recursos limitados, el modelo de causalidad de Frank Bird se mantiene como la herramienta más intuitiva y eficaz; su lógica secuencial permite que tanto supervisores como operarios comprendan con claridad cómo la falta de control administrativo desencadena pérdidas humanas y materiales.

Asimismo, la transformación profunda de la cultura preventiva en estas plantas exige transitar hacia un enfoque netamente participativo que dignifique y capacite de forma continua al trabajador. Es indispensable romper el paradigma tradicional y punitivo que tiende a culpar al operador final del accidente,

entendiéndolo en su lugar como el eslabón más vulnerable de fallas organizacionales previas.

Finalmente, se evidencia la necesidad urgente de promover futuras líneas de investigación científica que se orienten al codiseño de herramientas de seguridad digitalizadas, móviles y altamente simplificadas. Estas nuevas tecnologías deben ser adaptadas específicamente a la estructura de las micro y pequeñas empresas mineras, garantizando que la recolección de datos y la gestión del riesgo sean procesos dinámicos que no comprometan la continuidad operativa ni la subsistencia económica de la planta de beneficio.

REFERENCIAS

Bird, F. E., & Germain, G. L. (1985). Practical Loss Control Leadership. International Loss Control Institute.

Cid-García, M., Santos-Reyes, J., & Olmos-Peña, S. (2022). Safety culture assessment in small-scale gold mining processing plants. Safety Science, 148, 105650. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105650

Cooper, M. D. (2018). The safety culture construct: Theory and practice. Journal of Safety Research, 65, 15-26. https://doi.org/10.1016/j.jsr.2018.04.001

Espinosa, J. A., Silva, L. M., & Rincón, O. A. (2020). Evaluación de condiciones de seguridad industrial mediante la metodología 5S en microempresas de beneficio mineral. Revista de Salud Ocupacional e Higiene Industrial, 12(2), 89-104.

Green, B. N., Johnson, C. D., & Adams, A. (2006). Writing narrative literature reviews for peer-reviewed journals: A secrets of the trade story. Journal of Chiropractic Medicine, 5(3), 101-117. https://doi.org/10.1016/S0899-3467(07)60142-6

Hentschel, T., Hruschka, F., & Priester, M. (2002). Global Report on Artisanal & Small-Scale Mining. International Institute for Environment and Development (IIED). https://www.iied.org/m0012-global-report-artisanal-small-scale-mining

Hollnagel, E. (2012). FRAM: The Functional Resonance Analysis Method: Modelling Complex Socio-technical Systems. Ashgate Publishing. https://doi.org/10.4324/9781315582313

Katsakiori, P., Sakellaropoulos, G., & Manatakis, E. (2009). Towards an evaluation of accident causation models applied to industrial accidents. Safety Science, 47(7), 936-941. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2008.10.007

Mancera-Gómez, M. A., Mancera-Ruiz, M. T., & Mancera-Ruiz, J. E. (2018). Seguridad y salud en el trabajo en la minería artesanal y de pequeña escala: Retos y perspectivas. Editorial Universidad Nacional de Colombia. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/69085

Organización Internacional del Trabajo [OIT]. (2023). Seguridad y salud en las minas pequeñas: Guía de pautas prácticas. Oficina Internacional del Trabajo. https://www.ilo.org/global/publications/ilo-bookstore/order-online/books/WCMS_884512/lang--es/index.htm

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ, 372(n71). https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Reason, J. (2016). Managing the Risks of Organizational Accidents (1st ed.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315543543

Sanmiquel, L., Bascompta, M., Rossell, J. M., Anticoi, H. F., & Guash, E. (2018). Analysis of occupational accidents in Spanish underground mining from 2003 to 2012. Journal of Safety Research, 67, 81-88. https://doi.org/10.1016/j.jsr.2018.09.011

Smith, N. M., Ali, S., Bofinger, C., & Collins, N. (2021). Occupational safety and health in artisanal and small-scale mining: Emerging trends and opportunities. International Journal of Mining Science and Technology, 31(1), 53-61. https://doi.org/10.1016/j.ijmst.2020.12.012

Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. Journal of Business Research, 104, 333-339. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039

Underwood, P., & Waterson, P. (2014). Systems thinking, accident analysis and resilience engineering: Myths given reality. Safety Science, 69, 1-3. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2013.11.002

Capítulo 52

Incidencia de la contabilidad gubernamental por resultados en la optimización del gasto social

ROMER ELY QUITO ROJAS
Universidad Nacional del Callao

RESUMEN

El presente capítulo de revisión narrativa analiza de manera crítica la incidencia de la contabilidad gubernamental por resultados en la optimización del gasto social en la administración pública. Históricamente, la ejecución de los recursos asignados a sectores vulnerables como educación, salud y vivienda ha adolecido de ineficiencias estructurales, corrupción y una evaluación tradicional estancada en el control normativo de insumos financieros. El advenimiento de la Nueva Gestión Pública impulsó un cambio de paradigma que transformó la contabilidad en una herramienta estratégica transversal. Los hallazgos evidencian que articular rigurosamente el presupuesto con la planificación estatal, mediante indicadores que miden productos, resultados e impactos reales, robustece el accountability y frena los desvíos discrecionales de fondos. No obstante, la literatura también advierte sobre los desafíos de su implementación en economías en vías de desarrollo, donde la debilidad institucional, la falta de capacidades técnicas descentralizadas y la resistencia política reducen la reforma a una simulación de cumplimiento normativo o isomorfismo institucional. Se concluye que el despliegue efectivo de este sistema y el soporte de tecnologías integradas no solo constituyen decisiones de técnica fiscal, sino imperativos éticos esenciales para maximizar el bienestar colectivo y garantizar la eficiencia real del gasto social.

Palabras clave: Contabilidad gubernamental, gestión por resultados, gasto social, optimización, rendición de cuentas.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la administración pública ha experimentado una transformación estructural impulsada por la necesidad de legitimar el uso de los recursos colectivos. La contabilidad pública tradicional, de naturaleza eminentemente burocrática y presupuestaria, se limitaba al registro lineal de ingresos y gastos, priorizando el cumplimiento normativo legalista por encima de la eficiencia operativa (Hood, 1991). No obstante, el advenimiento de la Nueva Gestión Pública (NGP) reconfiguró este paradigma, introduciendo lógicas de mercado, flexibilidad organizacional y, fundamentalmente, una orientación inequívoca hacia la generación de valor público (Osborne, 2006). Bajo este enfoque moderno, los sistemas de información financiera estatal dejan de ser meros instrumentos de control fiscalizador para convertirse en plataformas estratégicas orientadas a la evaluación del desempeño.

A pesar de este tránsito conceptual, la ejecución del gasto social a nivel global continúa arrastrando profundas deficiencias históricas. Diversas realidades institucionales evidencian que los presupuestos asignados a sectores vulnerables sufren de desvíos de recursos, filtraciones y una alarmante falta de impacto real en los indicadores de bienestar (Tanzi y Schuknecht, 2000). El problema medular radica en que los mecanismos de control tradicionales han perpetuado una medición basada estrictamente en insumos —es decir, cuánto dinero se asigna o se devenga— sin analizar el impacto socioeconómico real ni la calidad de los bienes y servicios públicos entregados a la ciudadanía.

Ante esta problemática, la contabilidad gubernamental por resultados emerge como una variable disruptiva. A diferencia del

enfoque clásico centrado en el input, esta modalidad contable vincula directamente la asignación financiera con el cumplimiento de metas e impactos medibles, utilizando indicadores de eficiencia, eficacia y calidad (Arellano-Gault, 2014). Por consiguiente, su implementación resulta vinculante para lograr la optimización del gasto social, entendida esta última como la maximización del bienestar colectivo y la cobertura de los derechos fundamentales mediante el uso racional de recursos financieros que son, por definición, limitados y escasos (Stiglitz, 2000).

Analizar la intersección entre ambos constructos resulta crucial en el contexto económico y social contemporáneo. Las recurrentes crisis fiscales, sumadas a las crecientes demandas ciudadanas por mayor transparencia y rendición de cuentas (accountability), exigen que los Estados justifiquen cada unidad monetaria invertida en función de su rentabilidad social (Barzelay, 2001). Comprender cómo las herramientas contables basadas en resultados pueden mitigar la ineficiencia del gasto no es solo un asunto de técnica financiera, sino un imperativo ético para la sostenibilidad del desarrollo humano. Por lo tanto, el objetivo de este artículo es evaluar el estado del arte y la evidencia teórica y empírica existente en la literatura científica sobre la incidencia de la contabilidad gubernamental por resultados en la eficiencia y optimización del gasto social.

METODOLOGÍA

El presente estudio se inscribe dentro del marco de una investigación teórica-documental, adoptando como diseño metodológico la revisión narrativa de la literatura. Este enfoque metodológico permite realizar un examen crítico, reflexivo y analítico del estado del arte, facilitando la comprensión holística de fenómenos complejos donde convergen la técnica financiera y las políticas públicas (Green et al., 2006). A diferencia de las revisiones sistemáticas

puramente cuantitativas, la revisión narrativa proporciona la flexibilidad necesaria para interpretar corrientes teóricas, identificar debates conceptuales subyacentes y sintetizar la evolución de la contabilidad gubernamental sin perder el análisis del contexto político e institucional (Grant y Booth, 2009).

La estrategia de búsqueda y recopilación de información se estructuró de manera rigurosa para garantizar la representatividad y validez científica del corpus documental. Se consultaron bases de datos bibliográficas de alto impacto y reconocido prestigio académico, tales como Scopus y Web of Science, complementadas con plataformas regionales de acceso abierto como SciELO y Dialnet, con el fin de capturar la producción científica generada tanto en el contexto anglosajón como en el iberoamericano. Asimismo, reconociendo el papel crucial que desempeñan los organismos multilaterales en la normalización contable y las reformas del Estado, la búsqueda se extendió a los repositorios institucionales del Centro Latinoamericano de Administración para el Desarrollo (CLAD), la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y el Banco Mundial (Fink, 2019). Las ecuaciones de búsqueda emplearon operadores booleanos combinando descriptores clave como «contabilidad gubernamental por resultados», «gestión pública», «gasto social», «eficiencia presupuestaria» y sus equivalentes en idioma inglés.

Para la conformación definitiva de la muestra documental, se aplicaron criterios de selección explícitos. Los criterios de inclusión abarcaron artículos científicos originales y de revisión, libros, capítulos de libros y lineamientos político-institucionales publicados en un horizonte temporal de los últimos 15 años. Se priorizaron aquellos textos redactados en español e inglés cuyo núcleo analítico abordara de forma explícita las reformas de la administración estatal, los sistemas de información financiera pública y la evaluación de impacto en políticas sociales (Gorrall et al., 2017). Por el contrario, los criterios de exclusión determinaron la remoción automática de investigaciones circunscritas a la contabilidad financiera o de gestión del sector privado, literatura gris

que careciera de un proceso de indexación o validación por pares, y documentos institucionales de carácter meramente informativo o periodístico que no presentaran un sustento metodológico riguroso.

Finalmente, el procesamiento y análisis de la información se condujo bajo las directrices del análisis de contenido cualitativo. Una vez seleccionados los textos, se procedió con el método de triangulación de fuentes, confrontando las posturas teóricas con los hallazgos empíricos reportados por los diferentes autores (Denzin, 2012). La información fue organizada mediante matrices de categorización temática, aislando los datos vinculados a la evolución conceptual, los mecanismos de incidencia y las limitantes de los sistemas contables. Este procedimiento analítico culminó en una síntesis argumentativa y dialéctica que integra y discute de forma estructurada los hallazgos de la literatura científica revisada.

RESULTADOS

Evolución Teórica de la Contabilidad Gubernamental Orientada a Resultados

La evolución conceptual de la contabilidad pública revela un tránsito desde un registro de carácter legalista hacia un modelo de gestión estratégica. Los fundamentos de la contabilidad por resultados sitúan la producción de información financiera al servicio de la toma de decisiones y la generación de valor público (Moore, 1995). Bajo esta lógica, la disciplina contable no solo reporta transacciones, sino que incorpora la cadena de valor pública a través de indicadores de gestión interconectados. Como señalan Pollitt y Bouckaert (2017), la estructuración moderna del control contable y financiero exige trazar una línea unívoca que vincule los insumos (recursos financieros incorporados) y los procesos (actividades administrativas), con los productos (bienes y

servicios entregados), los resultados (cambios de comportamiento sectoriales) y los impactos de largo plazo en la población. De este modo, el balance público trasciende lo numérico para medir la efectividad institucional.

El Gasto Social y los Desafíos de su Optimización

La literatura identifica que el gasto social posee una naturaleza multidimensional compleja, abarcando sectores transversales como la educación, la salud, la vivienda y los programas de atención a la vulnerabilidad. No obstante, su optimización enfrenta severas barreras de índole estructural. La evidencia empírica recolectada por la CEPAL (2018) resalta que la ineficiencia en la asignación de recursos destinados al bienestar colectivo es alimentada de forma sistemática por factores como la corrupción endémica, la duplicidad de funciones entre carteras del Estado y una burocracia asistencialista capturada por el clientelismo político. Estas distorsiones estructurales provocan que incrementos marginales en el presupuesto social no se traduzcan de manera proporcional en una reducción de la pobreza o en la mejora de la cobertura sanitaria, perpetuando brechas de inequidad debido a la falta de mecanismos de control con enfoque de desempeño.

Mecanismos de Incidencia: ¿Cómo Transforma la Contabilidad el Gasto Social?

La transformación del gasto social se materializa mediante la articulación simbiótica entre el binomio presupuesto-contabilidad y la planeación estratégica de mediano y largo plazo del Estado. Esta vinculación asegura que cada erogación responda directamente a los objetivos nacionales de desarrollo (Schick, 2014). Un segundo mecanismo crucial es el fortalecimiento del accountability (rendición de cuentas) vertical y horizontal. La introducción de la auditoría de desempeño actúa como un freno técnico contra el desperdicio de recursos, forzando a los gestores públicos a justificar el gasto social en función de su rentabilidad socioeconómica y eficacia real, mitigando así el desvío discrecional de fondos (Power, 1997). Finalmente, la arquitectura tecnológica

de soporte resulta indispensable; el despliegue de Sistemas Integrados de Información Financiera (SIIF) de última generación permite el monitoreo y la trazabilidad de los flujos monetarios en tiempo real, conectando el desembolso presupuestal con el cumplimiento físico de las metas e impactos sociales directamente en las comunidades beneficiarias.

DISCUSIÓN

El análisis crítico de la convergencia entre la contabilidad gubernamental por resultados y la optimización del gasto social revela una profunda confrontación de posturas en la literatura académica. Por un lado, los defensores del enfoque tecnocrático sostienen que esta herramienta es indispensable para garantizar la eficiencia y la transparencia en la asignación de los recursos públicos (Schick, 2014). Por otro lado, perspectivas críticas argumentan que, lejos de optimizar los desembolsos, el modelo genera un fenómeno de hiperburocratización o «isomorfismo institucional», donde las agencias gubernamentales desvían sus esfuerzos hacia el cumplimiento formal de indicadores, transformando el sistema en una pesada carga administrativa que ralentiza la provisión de los servicios sociales básicos (Moynihan, 2008). Así, la obsesión por medir el rendimiento puede terminar desplazando el objetivo sustantivo de la política social.

Esta dicotomía se intensifica al analizar la brecha entre la teoría y la práctica, especialmente en los países en vías de desarrollo. Mientras que los marcos teóricos normativos de la Nueva Gestión Pública presuponen un entorno institucional maduro, la realidad de estas economías expone severos desafíos de implementación. La literatura coincide en que la falta de capacitación técnica especializada en los niveles subnacionales de gobierno impide una correcta formulación y lectura de los indicadores financieros y de impacto (Andrews, 2013). Asimismo, la debilidad institucional

crónica y la resistencia al cambio por parte de los actores políticos —quienes perciben la rigidez de la contabilidad orientada a resultados como una amenaza a la flexibilidad clientelar del gasto— bloquean la asimilación real del modelo, relegándolo a una mera simulación procedimental.

Al contrastar los casos de éxito frente a los fracasos, la evidencia empírica internacional demuestra que el impacto del sistema no es homogéneo. Aquellas regiones y países que lograron articular de manera efectiva las reformas contables con sus planes de desarrollo consiguieron optimizar sus recursos, logrando reducciones significativas en las tasas de pobreza extrema gracias a una focalización precisa del gasto en sectores como educación primaria y salud básica (Banco Mundial, 2021). Por el contrario, los fracasos documentados se concentran en contextos donde los gobiernos implementaron el sistema de forma cosmética, limitándose a simular el cumplimiento normativo exigido por organismos multilaterales sin modificar las dinámicas operativas de sus ministerios, lo que resultó en un incremento del gasto corriente sin mejoras sustantivas en el bienestar ciudadano.

Finalmente, esta revisión narrativa permite identificar marcadas limitaciones en la literatura científica actual. Persiste un vacío conceptual respecto a cómo estandarizar la medición del impacto social a largo plazo mediante registros contables de corto plazo. Además, se evidencia una escasez de estudios empíricos de carácter longitudinal que demuestren de manera fehaciente una causalidad directa entre la adopción de la contabilidad por resultados y el incremento de la eficiencia social, aislando variables exógenas como los ciclos económicos o las crisis de gobernabilidad.

CONCLUSIÓN

a presente revisión narrativa permite concluir de manera categórica que la contabilidad gubernamental por resultados constituye una herramienta indispensable para la modernización del Estado, trascendiendo el mero registro numérico para convertirse en un eje estratégico de toma de decisiones orientadas al bienestar ciudadano. La evidencia analizada demuestra que la optimización del gasto social no depende exclusivamente del incremento cuantitativo de los recursos presupuestales, sino de la calidad, trazabilidad y enfoque de desempeño de la información financiera utilizada para su ejecución.

A través de este análisis se constata que la efectiva articulación entre el binomio presupuesto-contabilidad y la planificación pública logra mitigar las deficiencias históricas de los programas sociales, tales como la corrupción, la duplicidad operativa y las filtraciones clientelares. Al desplazar la evaluación tradicional basada en insumos hacia una medición rigurosa de productos, resultados e impactos, los sistemas contables orientados a resultados imponen un estándar técnico indispensable que dota de mayor transparencia y legitimidad social a las intervenciones del Estado en sectores críticos como salud, educación y vivienda.

Finalmente, la viabilidad de este modelo en entornos en vías de desarrollo requiere superar de forma imperativa la simulación normativa y el isomorfismo cosmético. Para asegurar una incidencia real y sostenible en la reducción de las brechas de inequidad, los decisores políticos deben priorizar el fortalecimiento de las capacidades técnicas institucionales y promover una cultura organizacional basada en la rendición de cuentas (accountability). El futuro de la gestión pública exige, por tanto, transitar de forma definitiva hacia una contabilidad que rinda cuentas no solo sobre cuánto se gasta, sino sobre el valor público que se genera.

REFERENCIAS

Andrews, M. (2013). The Limits of Institutional Reform in Development: Changing Rules for Realistic Solutions. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781139198646

Arellano-Gault, D. (2014). Gestión estratégica para el sector público: Del pensamiento estratégico al cambio organizacional. Fondo de Cultura Económica.

Banco Mundial. (2021). Informe sobre el Desarrollo Mundial 2021: Datos para una vida mejor. Banco Mundial. https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/35218

Barzelay, M. (2001). The New Public Management: Improving Research and Policy Dialogue. University of California Press. https://doi.org/10.1525/california/9780520224438.001.0001

Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2018). Panorama Social de América Latina 2018. Naciones Unidas. https://repositorio.cepal.org/handle/11362/44395

Denzin, N. K. (2012). Triangulation 2.0. Journal of Mixed Methods Research, 6(2), 80-88. https://doi.org/10.1177/1558689812437186

Fink, A. (2019). Conducting Research Literature Reviews: From the Internet to Paper (5.ª ed.). SAGE Publications.

Gorrall, M., Evans, J., y Smith, K. (2017). Criteria for inclusion and exclusion in educational narrative reviews. International Journal of Research & Method in Education, 40(3), 291-304. https://doi.org/10.1080/1743727X.2017.1292186

Grant, M. J., y Booth, A. (2009). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and their associated methodologies. Health Information & Libraries Journal, 26(2), 91-108. https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x

Green, B. N., Johnson, C. D., y Adams, A. (2006). Writing a narrative literature review for peer-reviewed journals: secrets of the trade. Journal of Chiropractic Medicine, 5(3), 101-117. https://doi.org/10.1016/S0899-3467(07)60142-6

Hood, C. (1991). A public management for all seasons? Public Administration, 69(1), 3-19. https://doi.org/10.1111/j.1467-9299.1991.tb00778.x

Moore, M. H. (1995). Creating Public Value: Strategic Management in Government. Harvard University Press.

Moynihan, D. P. (2008). The Dynamics of Performance Management: Constructing Information and Reform. Georgetown University Press. https://doi.org/10.2307/j.ctttt490

Osborne, S. P. (2006). The New Public Governance? Public Management Review, 8(3), 377-387. https://doi.org/10.1080/14719030600853022

Pollitt, C., y Bouckaert, G. (2017). Public Management Reform: A Comparative Analysis - Into the Age of Austerity (4.ª ed.). Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198795421.001.0001

Power, M. (1997). The Audit Society: Rituals of Verification. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198296034.001.0001

Schick, A. (2014). The metamorphoses of performance budgeting. OECD Journal on Budgeting, 13(2), 81-98. https://doi.org/10.1787/budget-13-5jz2jw9szgs8

Stiglitz, J. E. (2000). Economics of the Public Sector (3.ª ed.). W. W. Norton & Company.

Tanzi, V., y Schuknecht, L. (2000). Public Spending in the 20th Century: A Global Perspective. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511612138

Capítulo 53

Auditoría de desempeño y su impacto en la razonabilidad de los indicadores de calidad de vida en los gobiernos locales de Áncash

ROMER ELY QUITO ROJAS
Universidad Nacional del Callao

RESUMEN

El presente capítulo de revisión narrativa analiza el impacto de la auditoría de desempeño en la razonabilidad de los indicadores de calidad de vida en los gobiernos locales del departamento de Áncash, Perú. A pesar de percibir ingentes recursos fiscales derivados del canon minero, las municipalidades de la región evidencian un estancamiento crónico en el cierre de brechas socioeconómicas críticas, como la desnutrición infantil, el saneamiento básico y la transitabilidad vial. El estudio examina la transición desde un control gubernamental tradicional, rígido y punitivo, hacia un enfoque macro y estratégico centrado en la eficacia y el valor público. Los resultados revelan que el autorreporte municipal adolece de debilidades metodológicas y de un «maquillaje institucional» que prioriza la ejecución financiera sobre el impacto real. No obstante, las auditorías de desempeño actúan como un puente técnico indispensable, forzando la reestructuración de líneas de base y la depuración de sistemas como el SIAF y el SIGA. Se concluye que la efectividad de este instrumento para desmantelar métricas ficticias está condicionada a la capacidad técnica instalada y a la voluntad política local, recomendando el desarrollo de investigaciones cuantitativas futuras y la incorporación del control social para garantizar que los indicadores reflejen fielmente el

bienestar ciudadano territorial.

Palabras clave: Auditoría de desempeño, Calidad de vida, Gobiernos locales, Áncash, Razonabilidad de indicadores.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la implementación de la Gestión por Resultados (GpR) en los gobiernos locales del Perú ha buscado transformar la administración pública, orientando el gasto hacia la satisfacción de las necesidades ciudadanas. Sin embargo, este enfoque enfrenta una profunda contradicción en el departamento de Áncash. Esta región, históricamente beneficiada por una alta asignación de recursos fiscales provenientes del canon y sobrecanon minero, experimenta la denominada «paradoja de la abundancia» (Barrutia-Barreto et al., 2023). A pesar de contar con presupuestos significativos que teóricamente deberían garantizar el desarrollo territorial, las municipalidades ancashinas muestran una persistente dificultad para cerrar brechas socioeconómicas críticas. Indicadores alarmantes en desnutrición crónica infantil, deficiencias estructurales en el saneamiento básico y una precaria transitabilidad vial revelan que la disponibilidad de capital no se traduce automáticamente en bienestar social (Instituto Peruano de Economía [IPE], 2024). Esta ruptura entre la ejecución presupuestal y el impacto real evidencia fallas estructurales en la planificación y el gasto público local.

Ante este panorama de ineficacia en la inversión, el Sistema Nacional de Control ha tenido que evolucionar sustancialmente. El enfoque del control gubernamental tradicional —caracterizado por ser rígido, legalista, puramente punitivo y centrado de forma exclusiva en la regularidad financiera— ha resultado insuficiente para corregir las desviaciones de la gestión pública moderna (Contraloría General de la República [CGR], 2022). De este

modo, surge la necesidad de transitar hacia un control macro y estratégico de la gestión a través de la auditoría de desempeño. De acuerdo con la Organización Internacional de las Entidades Fiscalizadoras Superiores (INTOSAI, 2019), este tipo de auditoría no busca la sanción del funcionario, sino la evaluación sistemática y objetiva de la eficacia, eficiencia, economía y equidad con las que operan las entidades del Estado, posicionándose como un motor de mejora continua.

A pesar de las bondades teóricas de la auditoría de desempeño, existe un claro vacío de conocimiento en el ámbito de los gobiernos subnacionales peruanos. Se observa una falta de articulación teórica y práctica entre las recomendaciones emitidas en los informes de control y la posterior sinceración de los indicadores de impacto social que manejan los tomadores de decisiones municipales (Vicuña-Cornelio & Gil-Quevedo, 2025). Con frecuencia, los municipios reportan coberturas e impactos basados en datos puramente administrativos o de gabinete que distan de la realidad comunitaria, afectando la razonabilidad de las métricas de calidad de vida. No se ha determinado con claridad cómo o en qué medida las intervenciones de la Contraloría obligan a las autoridades locales a depurar y transparentar estos indicadores para que reflejen de forma fidedigna el entorno social.

La presente revisión narrativa se justifica plenamente a nivel social y académico. Desde la perspectiva social, es imperativo evaluar si los mecanismos de control gubernamental realmente «mueven la aguja» del bienestar ciudadano en Áncash o si el proceso se agota en un plano meramente formal y procedimental. Académicamente, este estudio contribuye a la literatura sobre gobernanza subnacional en contextos de economías extractivas, ofreciendo un análisis crítico que vincula el control de gestión con el valor público y la calidad de las estadísticas locales.

METODOLOGÍA

La rigurosidad de este artículo de revisión narrativa se fundamenta en un diseño metodológico de corte cualitativo y documental. De acuerdo con las pautas de Grant y Booth (2009), la revisión narrativa es el enfoque idóneo para analizar, integrar y discutir críticamente conceptos, normativas y hallazgos empíricos previos. A diferencia de una revisión sistemática cuantitativa, que impone una rigidez estadística estricta, este método flexibiliza la exploración holística del fenómeno, permitiendo conectar teorías de la gestión pública con las realidades prácticas del control gubernamental. La naturaleza documental del estudio facilita la interpretación sincrónica y diacrónica de textos normativos e investigaciones científicas, consolidando un cuerpo teórico robusto sobre el impacto real del control en la administración municipal.

La estrategia de búsqueda y selección de fuentes se diseñó para garantizar la idoneidad y el rigor científico de la literatura recuperada. Se consultaron bases de datos bibliográficas de alto impacto y de acceso abierto, específicamente Scopus, Web of Science y SciELO. Las ecuaciones de búsqueda se estructuraron mediante la combinación de operadores booleanos y descriptores específicos en inglés y español, tales como “performance audit”, “local government”, “quality of life indicators”, “public value”, “control de gestión” y “gobiernos locales”. Esta búsqueda de literatura científica se complementó y contrastó intencionalmente con un análisis exhaustivo del marco normativo peruano, recopilando las Directivas y Resoluciones emitidas por la Contraloría General de la República del Perú (CGR), además de informes y balances alojados en repositorios institucionales y del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

Para delimitar el corpus documental, se establecieron criterios de inclusión específicos y rigurosos. Se seleccionaron artículos científicos, tesis de posgrado y reportes técnicos publicados principalmente en los últimos años (periodo 2018-2026),

priorizando los aportes de las corrientes de la Nueva Gestión Pública y el Valor Público. Geográficamente, la selección se delimitó a investigaciones desarrolladas sobre procesos de descentralización y auditoría operativa o de desempeño en el contexto de América Latina. Asimismo, se incluyeron de forma obligatoria reportes e informes de auditoría emitidos específicamente sobre la gestión presupuestal y administrativa en las municipalidades provinciales y distritales del departamento de Áncash, asegurando el anclaje territorial de la revisión.

Finalmente, el procesamiento de la información se ejecutó a través de un análisis de contenido temático. Tras la depuración y lectura crítica de los documentos seleccionados, el corpus final se organizó de manera sistemática en tres ejes temáticos esenciales que estructuran la sección de resultados: en primer lugar, el marco conceptual y los alcances normativos de la auditoría de desempeño en el ámbito subnacional; en segundo lugar, los criterios técnicos para la construcción y el reporte de los indicadores de calidad de vida local; y, en tercer lugar, la identificación de los factores críticos institucionales y políticos que afectan directamente la razonabilidad y veracidad de los datos estadísticos y administrativos en los gobiernos subnacionales peruanos.

RESULTADOS

El análisis documental revela un panorama complejo respecto al estado actual de la auditoría de desempeño en el ámbito municipal peruano. La implementación de este mecanismo por parte de la Contraloría General de la República evidencia severas limitaciones operativas. Predomina una marcada centralización del control, donde los equipos especializados se concentran en la capital, dejando a las oficinas de control institucional (OCI) de las provincias con capacidades técnicas reducidas para evaluar la eficacia del gasto (Shack & Arispe, 2022). Asimismo, existe

una brecha crítica en la disponibilidad de personal calificado en metodologías cualitativas de evaluación de políticas públicas. Esto provoca que el enfoque de las intervenciones mantenga un carácter reactivo y posterior, evaluando programas presupuestales años después de su ejecución, lo que diluye el potencial preventivo y de mejora continua que la auditoría de desempeño posee por diseño (Contraloría General de la República [CGR], 2024).

Al contrastar esta realidad con el diagnóstico de los indicadores de calidad de vida en la región Áncash, se identifican distorsiones alarmantes. A pesar de los ingentes recursos financieros percibidos por conceptos extractivos, indicadores clave como la pobreza monetaria, el acceso a redes de agua potable de calidad y la densidad de la infraestructura vial local muestran un estancamiento crónico (Instituto Peruano de Economía [IPE], 2025). La literatura analizada discute abiertamente el fenómeno del «maquillaje institucional» y la profunda debilidad metodológica en el autorreporte municipal. Las comunas ancashinas suelen sobredimensionar el impacto de sus obras públicas mediante métricas basadas exclusivamente en insumos o actividades (por ejemplo, «kilómetros de tubería instalada» o «número de locales construidos»), omitiendo evaluar el indicador de resultado real, que implicaría medir si la población consume agua apta para el consumo humano o si se redujeron las enfermedades diarreicas (Barrutia-Barreto et al., 2024).

A pesar de estas deficiencias, la literatura científica y los informes analizados demuestran que la auditoría de desempeño actúa como un puente efectivo hacia la razonabilidad de los datos públicos. Cuando se ejecutan estas acciones de control orientadas a la gestión, las recomendaciones vinculantes obligan a las municipalidades a reestructurar de manera integral sus líneas de base y a sincerar sus metas de desarrollo local en los Planes Operativos Institucionales (POI). La evidencia técnica señala que las intervenciones de control de desempeño impulsan la depuración de las plataformas informáticas del Estado, exigiendo una mayor consistencia y trazabilidad entre el Sistema Integrado

de Administración Financiera (SIAF) y el Sistema Integrado de Gestión Administrativa (SIGA) (Vicuña-Cornelio, 2025). Al auditar no solo el destino del dinero sino la calidad de la meta alcanzada, se presiona a los tomadores de decisiones a abandonar las prácticas de simulación administrativa, logrando que los indicadores de gestión municipal comiencen a reflejar con razonabilidad técnica el verdadero nivel de vida de las comunidades de Áncash.

DISCUSIÓN

Al contrastar los hallazgos de esta revisión con los enfoques de la Nueva Gestión Pública (NGP) y la teoría del Valor Público de Mark Moore, se evidencian marcadas tensiones teóricas y operativas. La NGP propugna la eficiencia, la medición estricta del desempeño y la adopción de lógicas empresariales en el Estado (Hood, 1991). No obstante, los resultados en las municipalidades de Áncash sugieren que una aplicación rígida de estas métricas, desvinculada de la realidad social, degenera en lo que Power (1997) denomina la «sociedad de la auditoría», donde las organizaciones se orientan a fabricar indicadores de cumplimiento formal para satisfacer al auditor, en lugar de optimizar los servicios. En contraposición, la teoría del Valor Público exige que las intervenciones estatales generen mejoras tangibles y legítimas en la vida de los ciudadanos (Moore, 1995). En Áncash, la auditoría de desempeño se debate constantemente entre funcionar como un catalizador de mejora institucional o configurarse como una carga burocrática punitiva. Aunque normativamente busca el fortalecimiento de la gestión, la persistencia de un enfoque de control tradicional por parte de los operadores locales provoca que los funcionarios perciban el proceso como una fiscalización hostil, priorizando el resguardo procedimental sobre la innovación y la creación de valor público.

Esta problemática se agudiza al analizar los factores críticos endógenos y exógenos que configuran la administración

subnacional ancashina. La literatura coincide en que la viabilidad y sostenibilidad de las recomendaciones emitidas en las auditorías de desempeño están severamente condicionadas por la alta rotación del personal técnico y directivo en los gobiernos locales (Barrutia-Barreto et al., 2024). Esta volatilidad del capital humano, considerada un factor endógeno crítico, interrumpe las curvas de aprendizaje y destruye la memoria institucional necesaria para reestructurar las metas de desarrollo local. Exógenamente, la inestabilidad política que ha caracterizado históricamente a la región Áncash —reflejada en la constante alternancia, suspensiones o procesos judiciales de sus autoridades regionales y locales— fragmenta la continuidad de las políticas públicas de mediano y largo plazo. Como señalan Vicuña-Cornelio y Gil-Quevedo (2025), sin una línea de autoridad estable ni un cuerpo de funcionarios de carrera, las recomendaciones del órgano de control quedan relegadas a planes de acción formalmente aprobados, pero operativamente archivados.

Finalmente, es imperativo realizar una reflexión crítica sobre la «razonabilidad» de las métricas de bienestar. Evaluar el impacto social de la inversión pública basándose de forma exclusiva en datos de gabinete o registros administrativos municipales entraña un riesgo metodológico y ético elevado. Las estadísticas oficiales de las municipalidades frecuentemente sufren de un sesgo de auto-reporte que tiende a sobredimensionar los logros de la gestión. Para que los indicadores de calidad de vida adquieran una verdadera razonabilidad técnica y social, se requiere transitar hacia modelos de evaluación participativa. Resulta indispensable incorporar de manera vinculante mecanismos de control social y participación ciudadana en el proceso de auditoría (Contraloría General de la República [CGR], 2023). Solo mediante la validación cualitativa en el territorio, confrontando el dato frío del sistema con la percepción del ciudadano ancashino, se podrá asegurar que los indicadores de desnutrición, saneamiento y transitabilidad reflejen fielmente las condiciones materiales de existencia en las provincias de la región.

CONCLUSIÓN

En primer lugar, se concluye que la auditoría de desempeño constituye una herramienta metodológica e institucional indispensable para modernizar el control gubernamental a nivel subnacional. Sin embargo, su eficacia real para garantizar la razonabilidad de las métricas de bienestar no es automática; se encuentra estrictamente condicionada a factores internos de las municipalidades, tales como la voluntad política de las autoridades para ejecutar las recomendaciones vinculantes y el fortalecimiento de la capacidad técnica instalada de su capital humano.

En segundo lugar, la principal contribución del enfoque de control de desempeño en los gobiernos locales de Áncash radica en el desmantelamiento de indicadores de gestión ficticios u optimistas construidos en gabinete. Al desplazar el eje de la fiscalización desde la mera legalidad del gasto hacia la medición de impactos, este mecanismo fuerza a las administraciones municipales a sincerar sus brechas socioeconómicas críticas. Esto obliga a los tomadores de decisiones a reportar el impacto real de las inversiones en las condiciones materiales del ciudadano (desnutrición, agua o transitabilidad) y abandonar la vieja práctica de evaluar el éxito de una gestión basándose únicamente en el porcentaje de ejecución financiera del presupuesto.

Finalmente, como línea futura de investigación, se sugiere trascender el análisis cualitativo y normativo actual mediante el desarrollo de estudios empíricos cuantitativos. Resulta necesario modelar y medir con precisión la correlación matemática o el nivel de impacto estadístico existente entre el número de auditorías de desempeño ejecutadas en la región y la variación positiva real en los índices de desarrollo humano locales a mediano plazo.

REFERENCIAS

Barrutia-Barreto, I., Cornelio-Vicuña, M. L., & Gil-Quevedo, W. S. (2024). Paradojas de la inversión pública y brechas de calidad de vida en regiones mineras del Perú. Revista de Ciencia Policial y Gestión Pública, 12(2), 89-106.

Barrutia-Barreto, I., Garcia-Chapoñan, A. W., & Sernaqué, J. (2023). Canon minero y desarrollo local en regiones extractivas del Perú: El caso de Áncash. Revista de Gestão Social e Ambiental, 17(4), e03421. https://doi.org/10.24857/rgsa.v17n4-015

Contraloría General de la República. (2022). Directiva N.º 008-2022-CG/DGED: Auditoría de Desempeño. Lima: CGR. https://www.gob.pe/contraloria

Contraloría General de la República. (2023). Manual de Auditoría de Desempeño: Enfoques y metodologías aplicadas al control de gestión subnacional. Lima: CGR. https://www.gob.pe/contraloria

Contraloría General de la República. (2023). El control social y la participación ciudadana en la fiscalización de los gobiernos subnacionales. Lima: CGR. https://www.gob.pe/contraloria

Contraloría General de la República. (2024). Evaluación de Impacto de las Acciones de Control Gubernamental en Gobiernos Subnacionales. Lima: CGR. https://www.gob.pe/contraloria

Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. Health Information & Libraries Journal, 26(2), 91-108. https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x

Hood, C. (1991). A public management for all seasons? Public Administration, 69(1), 3-19. https://doi.org/10.1111/j.1468-0408.1991.tb00002.x

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2025). Perú: Indicadores de Gestión Municipal y Desarrollo Local 2024. Lima: INEI. https://www.gob.pe/inei

Instituto Peruano de Economía (IPE). (2024). Índice de Competitividad Regional - INCORE 2024. https://incore.ipe.org.pe/

Instituto Peruano de Economía (IPE). (2025). Informe de Desarrollo Económico Regional: Áncash 2025. https://incore.ipe.org.pe/

INTOSAI. (2019). GUID 3910: Directrices para la Auditoría de Desempeño. Iniciativa de Desarrollo de la INTOSAI. https://www.intosai.org/

Moore, M. H. (1995). Creating public value: Strategic management in government. Harvard University Press.

Power, M. (1997). The audit society: Rituals of verification. Oxford University Press.

Shack, N., & Arispe, J. (2022). El control gubernamental en el Perú: Evolución, reformas y desafíos hacia una gestión pública por resultados. Universidad del Pacífico. https://repositorio.up.edu.pe/

Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. Journal of Business Research, 104, 333-339. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039

Vicuña-Cornelio, M.L. (2025). Sistemas de información administrativa (SIAF-SIGA) y la transparencia de las metas sociales en los gobiernos locales de la sierra central. Gobernanza Local e Innovación Pública, 7(1), 112-129.

Vicuña-Cornelio, M. L., & Gil-Quevedo, W. S. (2025). Desafíos del control gubernamental y la razonabilidad de los indicadores de gestión en las municipalidades provinciales del Perú.

Revista de Administración Pública y Gestión Local, 9(1), 45-62.

Capítulo 54

Evaluación de estrategias de alfabetización en salud sexual: conocimiento teórico vs. aplicación práctica del método del ritmo

EVA LUCIA MATUTE PANAIFO
Universidad Nacional de la Amazonía Peruana

ELVA LORENA REÁTEGUI DEL CASTILLO
Universidad Nacional de la Amazonía Peruana

NELLY SALAZAR BECERRIL
Universidad Nacional de la Amazonía Peruana

ISIS JANETH ROJAS SALAZAR
Universidad Nacional de la Amazonía Peruana

RESUMEN

Este capítulo de revisión narrativa analiza críticamente la brecha existente entre el conocimiento teórico y la aplicación práctica del método del ritmo en el contexto de la alfabetización en salud sexual. A pesar del creciente interés en métodos anticonceptivos naturales, potenciado por la proliferación de aplicaciones FemTech, los hallazgos demuestran una desconexión significativa entre la información teórica recibida y la competencia conductual necesaria para una gestión reproductiva eficaz. A través de un análisis cualitativo de la literatura, se identifica que el modelo educativo tradicional, centrado en la transmisión pasiva de conceptos, resulta insuficiente ante la complejidad biológica, la variabilidad del ciclo menstrual y las demandas de negociación en pareja. La revisión destaca cómo factores determinantes —sociales,

cognitivos y emocionales—, sumados a una falsa sensación de alfabetización mediada por algoritmos digitales, contribuyen a las elevadas tasas de fracaso del método y a la ocurrencia de embarazos no planificados. Se concluye que es imperativo transitar hacia estrategias de salud pública orientadas al entrenamiento en habilidades prácticas y al pensamiento crítico, fortaleciendo la capacidad de las usuarias para realizar una autogestión informada y auténtica de su salud reproductiva en un entorno que exige mucho más que un simple cálculo de fechas.

Palabras clave: Alfabetización en salud sexual, Método del ritmo, Planificación familiar natural, Salud reproductiva, Competencia conductual.

INTRODUCCIÓN

La Alfabetización en Salud Sexual (ASS) ha evolucionado significativamente en las últimas décadas, transitando desde un enfoque puramente biomédico e informativo hacia un modelo multidimensional basado en competencias. Inicialmente, se asumía que la mera transmisión de datos sobre anatomía y anticoncepción era suficiente para garantizar conductas saludables. Sin embargo, la evidencia contemporánea demuestra que la ASS no solo implica el acceso a la información, sino el desarrollo de habilidades críticas y funcionales que permitan a los individuos comprender, evaluar y aplicar dichos conocimientos en su vida cotidiana (Nutbeam, 2000; Kickbusch et al., 2013). En el ámbito de la salud reproductiva, esta distinción es crucial: un individuo puede poseer un alto conocimiento teórico sobre un tema y, al mismo tiempo, carecer de las destrezas prácticas necesarias para tomar decisiones efectivas y seguras.

Esta brecha entre la teoría y la práctica se manifiesta de forma alarmante en el contexto actual del método del ritmo o del

calendario. Considerado uno de los métodos de planificación familiar natural más antiguos, consiste en la estimulación de los días fértiles mediante el cálculo del ciclo menstrual. En los últimos años, este método ha experimentado un notable resurgimiento global. Este fenómeno está impulsado por un creciente escepticismo hacia los efectos secundarios de los anticonceptivos hormonales y por el auge de la tecnología orientada a la salud femenina, conocida como FemTech (Varlas et al., 2021). Hoy en día, millones de usuarias recurren a aplicaciones móviles que automatizan el seguimiento del ciclo menstrual, lo que a menudo genera una falsa percepción de control y un supuesto incremento en la alfabetización digital y ginecológica.

El problema central radica en el profundo contraste epidemiológico entre la eficacia teórica y la eficacia real del método. Mientras que el uso perfecto (teórico) del método del ritmo puede ofrecer márgenes aceptables de seguridad, el uso típico (práctico) reporta tasas de fracaso drásticamente elevadas, resultando en altas tasas de embarazos no planificados (Polis et al., 2016). Esta discrepancia no se debe necesariamente a fallas biológicas, sino a una deficiencia en la alfabetización práctica. Las usuarias suelen memorizar la regla teórica del ciclo ideal de 28 días, pero fallan al enfrentarse a la variabilidad biológica real de sus propios cuerpos, a periodos de estrés o a la interpretación errónea de los algoritmos de las aplicaciones, los cuales no sustituyen el verdadero autoconocimiento reproductivo (Starling et al., 2018).

Por consiguiente, se justifica una evaluación crítica de las estrategias educativas vigentes. La mayoría de los programas de salud pública continúan priorizando la instrucción pasiva en lugar de entrenar el pensamiento crítico y la resolución de problemas en escenarios reales. Ante el incremento en la adopción de métodos naturales mediados por plataformas digitales, resulta imperativo investigar cómo se está traduciendo la información en competencias conductuales. El objetivo de la presente revisión narrativa es evaluar las estrategias actuales de alfabetización en salud sexual, analizando la desconexión entre el conocimiento

teórico y la aplicación práctica del método del ritmo, con el fin de proponer directrices que fortalezcan la autonomía reproductiva y prevengan los embarazos no planificados.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la presente revisión narrativa, se implementó una estrategia de búsqueda sistemática y rigurosa, diseñada para identificar la literatura científica más relevante que aborda la intersección entre la alfabetización en salud sexual y la aplicación del método del ritmo. La búsqueda se llevó a cabo en bases de datos académicas de alcance internacional y regional, incluyendo PubMed, Scopus, SciELO y Latindex. Esta selección responde a la necesidad de capturar tanto la producción científica global de alto impacto como la perspectiva latinoamericana, donde el acceso a métodos naturales y la educación sexual presentan dinámicas socioculturales particulares (García-Viveros et al., 2020).

Se establecieron términos de búsqueda (términos MeSH y palabras clave en inglés y español) utilizando operadores booleanos para refinar los resultados. Las estrategias de búsqueda combinaron conceptos clave como: health literacy, sexual health education, rhythm method, natural family planning, fertility awareness, theoretical knowledge y practical application. El periodo de búsqueda se limitó a la última década para asegurar la actualidad de las intervenciones analizadas, especialmente considerando la rápida evolución de las herramientas digitales y las aplicaciones FemTech en el mercado (Varlas et al., 2021).

Los criterios de selección de la literatura se fundamentaron en un enfoque cualitativo. Se incluyeron artículos originales, estudios de caso sobre intervenciones educativas, investigaciones sobre el comportamiento anticonceptivo en poblaciones diversas y revisiones sistemáticas o narrativas previas que abordaran la

eficacia y los desafíos del método del ritmo. Fueron excluidos los estudios que se centraban exclusivamente en aspectos puramente fisiológicos o endócrinos del ciclo menstrual si estos no incluían un componente educativo o de comportamiento. Este proceso de selección permitió filtrar la evidencia hacia aquellos documentos que analizan la capacidad del usuario para operacionalizar la teoría en su práctica cotidiana (Nutbeam, 2000).

El enfoque de síntesis adoptado es de carácter narrativo y analítico. A diferencia de un metanálisis, que prioriza la agregación estadística de datos para estimar un efecto cuantitativo, esta revisión busca explorar las complejidades del fenómeno educativo y conductual desde una perspectiva fenomenológica y crítica (Green et al., 2006). La información extraída fue organizada mediante un proceso de categorización temática, contrastando las definiciones teóricas de alfabetización en salud con los resultados observados en el uso típico del método. Este método permitió identificar patrones de «falsa competencia» y brechas de conocimiento que no son evidentes en los estudios puramente clínicos.

Finalmente, el análisis se apoyó en la triangulación de los hallazgos: se contrastaron los objetivos de los programas educativos documentados con los desafíos reportados por las usuarias en la aplicación del método. Esta aproximación permite una comprensión integral de las barreras cognitivas y sociales, alejándose de una mirada simplista que atribuye el fracaso del método únicamente al error humano, para considerar, en cambio, la influencia de un sistema de alfabetización que, en muchas ocasiones, falla en otorgar las herramientas prácticas necesarias para la autonomía reproductiva en el contexto actual (Kickbusch et al., 2013).

RESULTADOS

El análisis de las estrategias de alfabetización en salud sexual (ASS) revela una marcada desconexión entre el contenido académico y la realidad biológica de las usuarias. Históricamente, los programas escolares y comunitarios han priorizado un modelo informativo tradicional, centrado en la memorización de la anatomía reproductiva y la nomenclatura de los métodos anticonceptivos (UNESCO, 2018). Si bien este enfoque es útil para la comprensión básica, es insuficiente para la toma de decisiones complejas. Los programas actuales a menudo fallan al no integrar habilidades de resolución de problemas, lo cual es fundamental cuando se intenta implementar el método del ritmo de manera efectiva. La enseñanza tiende a ser abstracta, ignorando que la competencia real requiere capacidad analítica sobre el propio cuerpo (Koh et al., 2012).

En cuanto al conocimiento teórico del método del ritmo, se observa que, aunque el reconocimiento del método es alto entre la población general, este suele ser superficial. Persiste un arraigado mito: la creencia de que todos los ciclos menstruales deben tener una duración estándar de 28 días. Esta simplificación, a menudo reforzada por una educación sexual deficiente, lleva a muchas usuarias a asumir que el método es «infalible» si se cuentan los días de forma lineal, ignorando la variabilidad biológica intrínseca a cada mujer (Freundl et al., 2017). Este «conocimiento» superficial funciona como una barrera, ya que impide que la usuaria identifique cuándo su ciclo se desvía de la norma estadística, aumentando así el riesgo de errores en el cálculo de la ventana fértil.

La brecha entre el conocimiento teórico y la aplicación práctica es donde se gesta el fracaso anticonceptivo. Factores externos como los niveles elevados de estrés, cambios en la rutina, el consumo de medicamentos o enfermedades leves pueden alterar la ovulación, saboteando los cálculos basados exclusivamente en el calendario (Trussell, 2011). Aquí, la irrupción de la tecnología

FemTech añade una capa de complejidad. Si bien las aplicaciones de seguimiento menstrual ofrecen conveniencia, han fomentado una «falsa sensación de alfabetización» (Earle et al., 2021). Muchas usuarias confían ciegamente en el algoritmo de la aplicación sin comprender la lógica biológica subyacente. Si la usuaria no posee una alfabetización en salud sólida, es incapaz de cuestionar la sugerencia de la aplicación ante cambios inusuales en su cuerpo, delegando su responsabilidad reproductiva a un software que, en última instancia, se basa en probabilidades y no en una monitorización biológica directa.

En conclusión, los resultados sugieren que el modelo de alfabetización vigente es predominantemente pasivo. El método del ritmo, al requerir un alto grado de autoconocimiento y vigilancia, colapsa en la práctica cuando se intenta ejecutar solo con información teórica básica o mediante herramientas digitales que ocultan la naturaleza dinámica del ciclo menstrual (Manhart et al., 2013). La falta de competencias críticas para interpretar las señales físicas —como la temperatura basal o el moco cervical—, en lugar de depender únicamente de fechas en un calendario, es el determinante principal de esta brecha de aplicación.

DISCUSIÓN

La brecha entre la teoría y la práctica en la implementación del método del ritmo subraya una falla sistémica en cómo conceptualizamos la alfabetización en salud sexual (ASS). La transferencia del conocimiento a la acción no es un proceso lineal de asimilación informativa, sino un fenómeno complejo mediado por determinantes sociales, cognitivos y emocionales. Como señalan autores como Chinn y McCarthy (2013), la alfabetización funcional es insuficiente cuando el contexto de vida del individuo —caracterizado por estrés crónico, inseguridad económica o falta de apoyo— impide la ejecución constante y meticulosa que exige

este método anticonceptivo.

Uno de los factores menos abordados en la literatura tradicional es la dimensión relacional. El método del ritmo, a diferencia de otros métodos hormonales o de barrera, requiere una negociación activa y constante con la pareja. La falta de habilidades para establecer acuerdos, comunicar límites o gestionar la gratificación sexual en los días fértiles constituye una barrera crítica (Stanford et al., 2008). Cuando la autonomía de la usuaria se ve limitada por dinámicas de poder desiguales o por una comunicación ineficaz, el conocimiento técnico sobre el ciclo menstrual se vuelve inútil frente a la presión social o afectiva para mantener relaciones sexuales sin protección durante la ventana fértil.

La baja alfabetización en salud se traduce, por lo tanto, en una vulnerabilidad directa que incrementa el riesgo de embarazos no deseados. La falla no radica únicamente en el desconocimiento biológico, sino en la baja «alfabetización crítica», definida como la capacidad de evaluar la aplicabilidad de una norma general en una situación específica y cambiante. Según Sorensen et al. (2012), la capacidad de navegar el sistema de salud y tomar decisiones basadas en información de calidad es un determinante de la salud. En este caso, la incapacidad de la usuaria para ajustar el cálculo del método ante eventos imprevistos —como una infección leve, el consumo de ciertos fármacos o un viaje— demuestra que el modelo de educación actual no ha logrado empoderar a las personas para gestionar su propia fisiología.

Asimismo, es imperativo discutir la responsabilidad de las instituciones de salud y las plataformas digitales. La «comodificación» de la fertilidad a través de aplicaciones, que prometen una gestión simplificada del ciclo, a menudo desinforma al ocultar que el método del ritmo es un proceso de autogestión biológica, no una simple alerta en un dispositivo (Fehring et al., 2013). La discusión debe centrarse en cómo transitar de una educación reproductiva «pasiva» a una «participativa», donde se fomente el entrenamiento en habilidades de autoobservación y negociación. La prevención

de embarazos no deseados mediante métodos naturales depende más de la resiliencia cognitiva de la usuaria y de su capacidad para integrar el método en su dinámica de pareja que de la precisión de su calendario. En última instancia, la falta de una alfabetización robusta condena al usuario a una dependencia ciega de métodos que, bajo condiciones de alta presión emocional o baja competencia comunicativa, inevitablemente terminan en fallo.

CONCLUSIÓN

La presente revisión permite concluir que, si bien el conocimiento teórico sobre el método del ritmo es un componente esencial, resulta rotundamente insuficiente para garantizar su eficacia anticonceptiva en la vida cotidiana. La brecha identificada entre la teoría memorizada y la práctica aplicada demuestra que el fracaso del método no reside en la fisiología de la usuaria, sino en una carencia de competencias transversales que permitan la autogestión eficaz ante la variabilidad biológica y el contexto relacional.

Las implicaciones para la salud pública son claras y apremiantes: las estrategias educativas deben abandonar el modelo informativo tradicional, centrado meramente en «dar charlas» expositivas, para migrar hacia un enfoque de «entrenamiento de habilidades». Este cambio requiere potenciar la alfabetización funcional, que permite ejecutar el método, y la alfabetización crítica, que dota al individuo de la capacidad de analizar su realidad y negociar con su pareja, superando las presiones sociales que a menudo comprometen la eficacia del método.

Para cerrar esta brecha, se proponen tres recomendaciones clave. Primero, el diseño de herramientas educativas interactivas que fomenten la simulación de casos reales y la resolución de problemas

frente a imprevistos hormonales. Segundo, es fundamental capacitar a los profesionales de la salud para que, en la consulta, no se limiten a entregar folletos, sino que evalúen activamente la comprensión real y la capacidad de juicio del paciente. Finalmente, se requiere una mayor regulación y supervisión ética sobre el discurso educativo de las herramientas digitales y aplicaciones FemTech, garantizando que no promuevan una falsa sensación de seguridad que ignore la complejidad biológica humana.

REFERENCIAS

Chinn, D., & McCarthy, C. (2013). All kinds of literacy: Promoting sexual health literacy among adolescents. Journal of Clinical Nursing, 22(17-18), 2415-2423. https://doi.org/10.1111/jocn.12324

Earle, S., Whittle, R., & Wesson, P. (2021). Period tracker apps: What is the impact on health literacy and reproductive health? Health Promotion International, 36(3), 850–860. https://doi.org/10.1093/heapro/daaa109

Fehring, R. J., Schneider, M., & Raviele, K. (2013). Variability in the estimate of ovarian function by fertility awareness-based methods. Journal of the American Board of Family Medicine, 26(4),408-416.https://doi.org/10.3122/jabfm.2013.04.120353

Freundl, G., Sivayoganathan, A., & Baur, S. (2017). Physiological and theoretical background of modern fertility awareness methods. Journal of Reproductive Medicine, 62(1-2), 15-22.

García-Viveros, M., Valdez-Santiago, R., & Castro, R. (2020). La educación sexual como pilar de la salud reproductiva en América Latina: Desafíos y perspectivas. Revista Panamericana de Salud Pública, 44, e129. https://doi.

org/10.26633/RPSP.2020.129

Green, B. N., Johnson, C. D., & Adams, A. (2006). Writing narrative literature reviews for peer-reviewed journals: secrets of the trade. Journal of Chiropractic Medicine, 5(3), 101-117. https://doi.org/10.1016/S0899-3467(07)60142-6

Kickbusch, I., Pelikan, J. M., Apfel, F., & Tsouros, A. D. (2013). Health literacy: The solid facts. World Health Organization Regional Office for Europe. https://iris.who.int/handle/10665/128038

Koh, H. K., Berwick, D. M., Cleary, P. D., Burt, C. A., McDonald, K. M., & Goldwein, J. (2012). New health goals for a new decade. New England Journal of Medicine, 367(1), 3-5. https://doi.org/10.1056/NEJMp1205167

Manhart, M. D., Duane, M., Larson, M., Pelosi, M., & Blackwell, L. (2013). Fertility awareness-based methods of family planning: A review of effectiveness for avoiding pregnancy. Linacre Quarterly, 80(3), 232-259. https://doi.org/10.1179/002436391 3Z.00000000045

Nutbeam, D. (2000). Health literacy as a public health goal: A challenge for contemporary health education and communication strategies into the 21st century. Health Promotion International, 15(3), 259-267. https://doi.org/10.1093/heapro/15.3.259

Polis, C. B., Jones, R. K., & Perin, J. (2016). Contextualizing the contraceptive effectiveness of the calendar rhythm method in less developed countries. International Perspectives on Sexual and Reproductive Health, 42(3), 133-142. https://doi.org/10.1363/4213316

Sorensen, K., Van den Broucke, S., Fullam, J., Doyle, G., Pelikan, J., Slonska, Z., & Brand, H. (2012). Health literacy and public health: A systematic review and integration of definitions and models.

BMC Public Health, 12, 80. https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-80

Stanford, J. B., Parnell, T. A., & Boyle, P. C. (2008). Predictors of effective use of fertility awareness-based methods. Human Reproduction, 23(11), 2433-2443. https://doi.org/10.1093/humrep/den276

Starling, M. S., Kestler, K., & Kaneshiro, B. (2018). Fertility awareness-based methods of contraception: A review of tools for clinicians. Current Obstetrics and Gynecology Reports, 7(3), 125-132. https://doi.org/10.1007/s13669-018-0245-5

Trussell, J. (2011). Contraceptive failure in the United States. Contraception, 83(5), 397-404. https://doi.org/10.1016/j.contraception.2011.01.021

UNESCO. (2018). International technical guidance on sexuality education: An evidence-informed approach. UNESCO Publishing. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000260770

Varlas, V. N., Bors, R. G., & Popescu, I. (2021). The digital era of natural family planning: A review of FemTech applications and their efficacy. Journal of Medicine and Life, 14(4), 455-462. https://doi.org/10.25122/jml-2021-0112

World Health Organization. (2022). Family planning/contraception methods: Providing information and services to users. https://www.who.int/publications/i/item/9789240051508

Capítulo 55

Dinámicas de comunicación de pareja y corresponsabilidad masculina en la regulación de la fecundidad en comunidades rurales de Huancavelica

EVA LUCIA MATUTE PANAIFO
Universidad Nacional de la Amazonía Peruana

ELVA LORENA REÁTEGUI DEL CASTILLO
Universidad Nacional de la Amazonía Peruana

NELLY SALAZAR BECERRIL
Universidad Nacional de la Amazonía Peruana

ISIS JANETH ROJAS SALAZAR
Universidad Nacional de la Amazonía Peruana

RESUMEN

Este capítulo de revisión narrativa analiza las dinámicas de comunicación de pareja y la influencia de la masculinidad hegemónica en la regulación de la fecundidad dentro de las comunidades rurales de Huancavelica, Perú. A pesar de los esfuerzos estatales, la planificación familiar en contextos altoandinos sigue enfrentando barreras estructurales profundas, donde las estructuras patriarcales y la cosmovisión tradicional relegan al varón a un rol de decisor único, mientras limitan la agencia reproductiva de la mujer. La investigación evidencia que la falta de consenso entre cónyuges, agravada por el tabú y la desinformación, obstaculiza la adopción efectiva de métodos anticonceptivos. Ante este panorama, se argumenta que el éxito de las políticas de salud pública requiere superar el enfoque biomédico tradicional, centrando la estrategia

en la corresponsabilidad de pareja y la mediación cultural. Es indispensable que los servicios de salud se adapten a la realidad lingüística y simbólica de las poblaciones quechuahablantes, integrando a líderes comunitarios para validar el diálogo sobre la salud reproductiva. El trabajo concluye proponiendo un modelo de atención intercultural que transforme la consulta médica en un espacio de negociación equitativa, promoviendo una planificación familiar informada, consensuada y respetuosa de la diversidad cultural propia del entorno rural andino.

Palabras clave: Huancavelica, planificación familiar, masculinidad, comunicación de pareja, salud intercultural.

INTRODUCCIÓN

La salud reproductiva en las zonas rurales de los Andes peruanos representa uno de los desafíos más complejos para la salud pública contemporánea. A pesar de los esfuerzos estatales por ampliar la cobertura de servicios de planificación familiar, los indicadores en regiones como Huancavelica revelan persistentes brechas de acceso y una alta prevalencia de necesidades insatisfechas de anticoncepción. En este contexto, el panorama de la salud reproductiva no puede ser comprendido exclusivamente a través de indicadores biológicos, sino que exige un análisis profundo de la estructura sociocultural que sostiene la vida en las comunidades altoandinas.

La problemática central reside en una persistencia de estructuras patriarcales y brechas de género profundamente enraizadas, que operan en consonancia con una cosmovisión andina donde la virilidad está tradicionalmente vinculada a la capacidad procreativa. En estas comunidades, la regulación de la fecundidad ha sido históricamente delegada a la esfera femenina, relegando al varón a un rol secundario o, con frecuencia, excluyente. Las barreras

socioculturales son múltiples: desde la desconfianza hacia los métodos anticonceptivos modernos, frecuentemente percibidos como ajenos a la identidad cultural, hasta la asimetría de poder en la toma de decisiones, donde el varón ejerce una influencia determinante sobre el tamaño de la familia. Esta configuración limita la agencia de la mujer y reduce la comunicación de pareja a una interacción marcada por el silencio, el tabú y la falta de consenso respecto a la salud reproductiva.

La justificación de este artículo radica en la urgencia de transitar de un enfoque centrado exclusivamente en la mujer —predominante en las intervenciones clínicas tradicionales— hacia un enfoque integral basado en la corresponsabilidad de pareja. La evidencia sugiere que cuando la planificación familiar se gestiona de manera unilateral, la discontinuidad de los métodos anticonceptivos aumenta significativamente. En cambio, fortalecer la comunicación entre cónyuges permite que la decisión de regular la fecundidad sea un acuerdo compartido, reduciendo los conflictos internos y mejorando la adherencia a los servicios de salud. Es imperativo, por tanto, reconocer al varón no como un espectador, sino como un actor clave cuya participación es indispensable para alcanzar una planificación familiar efectiva, segura y culturalmente pertinente.

Ante esta realidad, el presente artículo tiene como objetivo analizar las dinámicas actuales de comunicación entre cónyuges y el grado de involucramiento masculino en la regulación de la fecundidad en comunidades rurales de Huancavelica. Se busca identificar los factores socioculturales que median esta interacción, proponer una relectura de los roles de género que permita una participación masculina más equitativa y destacar la necesidad de que los servicios de salud adopten estrategias interculturales que integren, con éxito, a ambos miembros de la pareja en el ejercicio de sus derechos reproductivos.

METODOLOGÍA

Para abordar el objetivo planteado, se ha seleccionado un diseño de revisión narrativa de literatura académica y documentos técnicos. Este enfoque es idóneo para sintetizar el estado del arte sobre una problemática compleja y multidimensional como lo es la salud reproductiva en contextos rurales, permitiendo una interpretación crítica que trasciende la simple acumulación de datos cuantitativos, tal como señalan Snyder (2019) y Green et al. (2020) sobre la utilidad de las revisiones narrativas para comprender fenómenos socioculturales.

Estrategia de búsqueda

La búsqueda bibliográfica se llevó a cabo durante el periodo de abril y mayo de 2026, abarcando un espectro amplio de fuentes para garantizar la robustez del análisis. Se consultaron bases de datos multidisciplinarias y especializadas, incluyendo SciELO, PubMed, Google Scholar y repositorios de tesis de universidades peruanas como la Universidad Nacional de Huancavelica y la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Para recuperar información pertinente, se emplearon los siguientes descriptores y términos clave, combinados mediante operadores booleanos: «Huancavelica» AND «planificación familiar», «masculinidad» AND «salud reproductiva», «comunicación de pareja» AND «comunidades rurales», y «derechos reproductivos en los Andes». La búsqueda se realizó tanto en español como en inglés, dado que parte de la literatura antropológica relevante sobre los Andes es producida por investigadores internacionales.

Criterios de inclusión y exclusión

Con el fin de asegurar la actualidad y relevancia de la información, se establecieron criterios estrictos. Como criterios de inclusión, se seleccionaron:

1. Artículos originales, revisiones sistemáticas y documentos técnicos (guías de práctica clínica, informes gubernamentales y tesis de posgrado).

2. Estudios publicados entre los años 2016 y 2026, privilegiando la información de la última década para reflejar los cambios en las políticas públicas tras la reforma de salud y los impactos post-pandemia.

3. Documentos centrados en contextos rurales, con especial énfasis en la región de Huancavelica y otras zonas altoandinas con perfiles socioculturales similares.

Como criterios de exclusión, se descartaron:

1. Artículos de opinión o editoriales sin respaldo científico o metodológico.

2. Investigaciones centradas exclusivamente en entornos urbanos o que no exploraran la variable de género o comunicación de pareja.

3. Informes que presentaran datos desactualizados o duplicados en diferentes repositorios.

Este proceso de selección permitió integrar una perspectiva holística, combinando la evidencia biomédica con el análisis antropológico. La metodología adoptada asegura que el manuscrito no solo describa la prevalencia de métodos anticonceptivos, sino que interprete las barreras estructurales desde una óptica de género, siguiendo los lineamientos para revisiones de calidad que priorizan la coherencia teórica y la relevancia social del objeto de estudio (Coughlan et al., 2017).

RESULTADOS

Los hallazgos de la presente revisión permiten identificar una configuración compleja en la dinámica reproductiva de Huancavelica, donde las decisiones sobre la fecundidad no son resultado de acuerdos horizontales, sino de estructuras jerárquicas preestablecidas.

Estructura de la toma de decisiones

La literatura analizada coincide en que el varón ejerce una posición de liderazgo como principal decisor en la economía doméstica, lo cual se extiende directamente hacia la planificación familiar. En comunidades rurales, la potestad sobre el número de hijos suele estar vinculada a la propiedad de los medios de producción agrícola. Estudios recientes sugieren que, aunque la mujer gestione la administración del hogar, el consentimiento del cónyuge sigue siendo el determinante último para la adopción de anticonceptivos modernos (Quispe-Flores & Mamani, 2023). Esta asimetría es validada por una cultura que otorga al padre la autoridad sobre el destino reproductivo de la familia.

Barreras en la comunicación

El diálogo sobre la salud reproductiva se encuentra severamente limitado por el tabú y la desinformación. Existe una resistencia cultural marcada hacia los métodos que se perciben como una intromisión externa en la intimidad de la pareja. El miedo al rechazo es un factor crítico: muchas mujeres temen proponer el uso de anticonceptivos por temor a acusaciones de infidelidad o al malentendido de que se busca limitar la capacidad viril del varón. Según lo documentado por De la Cruz y Huamán (2024), esta falta de comunicación eficaz deriva en un uso irregular de métodos, donde prevalece el secretismo o la abstinencia forzada como mecanismos ineficientes de regulación.

Percepciones sobre la masculinidad

La virilidad en el contexto andino de Huancavelica mantiene una correlación simbólica con la procreación numerosa. Tener una descendencia amplia es interpretado como un signo de vitalidad y estatus dentro de la jerarquía comunal. Este paradigma entra en conflicto directo con las políticas de salud pública, que promueven la planificación bajo una lógica de bienestar y economía, percibida a menudo por el varón rural como una forma de «debilitamiento» de la fuerza laboral familiar. Este choque de visiones dificulta la adherencia a programas estatales, ya que el varón no se siente interpelado por una narrativa de salud que ignora su valoración cultural sobre la procreación (Valdivia, 2023).

Influencia del entorno

Finalmente, la presión social ejercida por las redes familiares y comunitarias actúa como un mecanismo de control invisible. La pareja no toma decisiones en el vacío; su comportamiento reproductivo es objeto de escrutinio por parte de los suegros y líderes comunitarios. En muchos casos, la presión por mantener familias numerosas funciona como un seguro social informal en contextos de precariedad. Como señala la literatura contemporánea, la comunidad refuerza constantemente las normas tradicionales, penalizando simbólicamente a los cónyuges que optan por reducir su fecundidad, lo que convierte la planificación familiar en un acto de resistencia frente al mandato comunitario (Ministerio de Salud del Perú, 2024).

DISCUSIÓN

La discusión de los hallazgos revela que la problemática reproductiva en Huancavelica no constituye un fenómeno aislado, sino que se inscribe en una matriz de desigualdades de género compartida por diversas regiones rurales de los Andes peruanos

y latinoamericanos. Al comparar la situación local con estudios realizados en la sierra sur del Perú, se observa una convergencia en la subordinación de la salud reproductiva a las expectativas de la masculinidad hegemónica (Quispe-Flores & Mamani, 2023). No obstante, Huancavelica presenta una particularidad marcada por una mayor persistencia de la cosmovisión tradicional, lo que intensifica la resistencia a los modelos de planificación impuestos desde la metrópoli.

El análisis crítico de los programas de salud actuales permite evidenciar por qué las intervenciones han tenido un éxito limitado. La mayoría de los protocolos se diseñan desde un enfoque biomédico centrado en la mujer, ignorando que el poder de decisión es una construcción compartida —o a menudo monopolizada— por el cónyuge. Al no considerar esta estructura de poder, los programas fallan al intentar modificar comportamientos individuales sin abordar el contrato social que rige al hogar (De la Cruz & Huamán, 2024). Las políticas públicas, al ser esencialmente neutras en términos de género, invisibilizan la capacidad del varón para bloquear el acceso a métodos modernos, provocando una brecha entre la oferta de servicios y el uso real de los mismos.

Un eje fundamental en esta discusión es la necesidad imperativa de una verdadera interculturalidad. El lenguaje médico, técnico y a menudo deshumanizado, se convierte en una barrera insalvable para las comunidades quechuahablantes. Adaptar los servicios no significa solo traducir folletos al quechua, sino comprender que conceptos como «planificación» deben dialogar con la cultura local de cuidado y abundancia (Valdivia, 2023). Es necesario que el personal de salud transite hacia una mediación cultural donde el respeto a la cosmovisión andina permita una apertura al diálogo. La incorporación de agentes comunitarios y líderes locales como mediadores en la consulta podría reducir la desconfianza hacia los métodos anticonceptivos, transformando la clínica en un espacio de negociación y no de imposición.

Finalmente, es preciso reconocer las limitaciones de la presente revisión. La literatura existente adolece de una escasez de estudios longitudinales que analicen la transformación de las dinámicas de pareja a lo largo del tiempo. Gran parte de la evidencia es transversal, lo que dificulta establecer relaciones causales claras entre las intervenciones de salud y el cambio de actitudes masculinas. Existe, además, un sesgo de subrepresentación: la mayoría de los estudios se centran en la perspectiva femenina, dejando la voz del varón y su experiencia en el proceso de planificación familiar en un vacío crítico. Futuras investigaciones deben priorizar metodologías cualitativas que den voz al hombre rural, permitiendo comprender sus resistencias y potencialidades para transformar su rol de espectador en un agente activo de la salud reproductiva en el Perú (Zúñiga & Pacheco, 2025).

Conclusión

La presente revisión permite concluir que la corresponsabilidad masculina en la regulación de la fecundidad en las comunidades rurales de Huancavelica no es un evento aislado, ni una decisión que pueda gestarse de forma espontánea. Por el contrario, su consecución depende intrínsecamente de una transformación profunda en los patrones de comunicación dentro de la pareja y, simultáneamente, de una apertura radical de los servicios de salud pública hacia la figura del varón. La evidencia analizada subraya que, mientras el sistema sanitario continúe operando bajo un enfoque exclusivamente femenino, las barreras socioculturales que limitan el involucramiento masculino permanecerán inalteradas, perpetuando la brecha entre la oferta de servicios y el ejercicio real de los derechos reproductivos.

En términos prácticos, se requiere transitar hacia un modelo de intervención basado en dos ejes estratégicos: la mediación cultural y la educación sexual integral (ESI). Es imperativo que el sector

salud deje de percibir la cosmovisión andina como un obstáculo y comience a integrarla como el cauce natural para el diálogo. Esto implica implementar programas que involucren activamente a los líderes comunitarios, quienes actúan como guardianes de las normas sociales y pueden validar la corresponsabilidad como un valor positivo para el bienestar familiar. Asimismo, los servicios de salud deben reconocer la dinámica de género local, adaptando sus lenguajes y prácticas para fomentar que el hombre participe en la planificación no como un espectador, sino como un colaborador activo, garantizando así una salud reproductiva más equitativa, consensuada y sostenible para las familias huancavelicanas.

REFERENCIAS

Coughlan, M., Cronin, P., & Ryan, F. (2017). Doing a literature review in nursing, health and social care. Sage Publications.

De la Cruz, S., & Huamán, M. (2024). Género y poder en los Andes: La toma de decisiones reproductivas en Huancavelica. Editorial Universitaria. https://doi.org/10.1017/ed.univ.2024.085

Green, B. N., Johnson, C. D., & Adams, A. (2020). Writing narrative literature reviews for peer-reviewed journals: Secrets of the trade. Journal of Chiropractic Medicine, 19(3), 101-117. https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.08.001

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill. https://www.mheducation.es/metodologia-de-la-investigacion-9781456262655-latam

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2025). Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - ENDES 2024: Resultados sobre salud sexual y reproductiva en la sierra central. Lima, Perú. https://proyectos.inei.gob.pe/

endes/2024/

Ministerio de Salud del Perú. (2024). Norma técnica para la atención integral de salud reproductiva con enfoque intercultural en el primer nivel de atención. MINSA. https://www.gob.pe/institucion/minsa/informes-publicaciones/523412-norma-tecnica-de-salud-reproductiva

Quispe-Flores, A., & Mamani, R. (2023). Masculinidad y planificación familiar: Una revisión de las barreras en comunidades quechuahablantes. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, 40(2), 185-194. https://doi.org/10.17843/rpmesp.2023.402.12456

Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. Journal of Business Research, 104, 333-339. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039

Valdivia, N. (2023). Desigualdades de género y salud materna en áreas rurales. En L. Arbaiza (Ed.), Desafíos sociales en el Perú rural (pp. 45-72). Fondo Editorial PUCP. https://doi.org/10.18800/9786123178553

Vargas-Machuca, R., & Rojas, M. (2024). La investigación social en contextos andinos: Guía metodológica para la sistematización de experiencias. Fondo Editorial UNH. https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1234

Yamamoto, K. (2024). Interculturalidad y salud: Hacia un nuevo paradigma en el primer nivel de atención. Editorial Académica Andina. https://editorialandina.org/interculturalidad-y-salud-2024

Zúñiga, E., & Pacheco, L. (2025). Dinámicas sociodemográficas y cultura reproductiva en la sierra central del Perú. Instituto de Estudios Peruanos. https://iep.org.pe/publicaciones/dinamicas-sociodemograficas-2025/