NOVO MUNDO

RESPUESTAS CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE Y SOCIAL

2026

RESPUESTAS CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE Y SOCIAL

RESPUESTAS CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE Y SOCIAL

NOVO MUNDO

2026

Respuestas científicas y tecnológicas para desarrollo sostenible y social

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

ISBN: 978-9942-694-20-1
Formato: Digital PDF (Portable Document Format)
DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.21383718

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 14

CAPÍTULO 1. Análisis factorial del desempeño financiero de las EDIPYMES y Cajas Municipales: Eficiencia operativa vs. inclusión social en el sistema financiero peruano

Pablo Rijalba Palacios 16

CAPÍTULO 2. Factores demográficos y socioeconómicos que explican la brecha de inclusión financiera en adultos jóvenes: Evidencia a partir de la ENAHO

Pablo Rijalba Palacios 27

CAPÍTULO 3. Impacto de la salinidad del suelo en la integridad estructural de tuberías de alcantarillado de PVC y HDPE: Estudio de patologías en la red de saneamiento de Sechura

Raimer Lartsimin Ruiz Jaramillo 37

CAPÍTULO 4. Avances en el uso de materiales de construcción sostenibles y su comportamiento sísmico en el contexto urbano peruano: Una revisión sistemática

Raimer Lartsimin Ruiz Jaramillo 48

CAPÍTULO 5. Evolución de la doctrina de operaciones de paz en el Ejército del Perú: Análisis de la proyección del Estado peruano en las misiones de la ONU

Ronald Leonardo Güisa Bravo 59

CAPÍTULO 6. Desafíos de la seguridad multidimensional en la frontera amazónica: Análisis de la cooperación cívico-militar frente al crimen transnacional organizado

Ronald Leonardo Güisa Bravo 70

CAPÍTULO 7. Impacto de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la configuración del derecho de defensa del contribuyente

Tulio César Espinoza Coronado 81

ÍNDICE

CAPÍTULO 8. Validez jurídica y eficacia probatoria de los sistemas de comunicación electrónicos en los procesos de cobranza coactiva de la SUNAT

Tulio César Espinoza Coronado

91

CAPÍTULO 9. Análisis de la eficacia del espesado y filtrado de relaves en la mitigación de la contaminación de suelos por infiltración: Una revisión crítica

Miguel Grimaldo Venegas Elías

102

CAPÍTULO 10. Impacto de las jornadas laborales atípicas en la fatiga y ritmos circadianos de los trabajadores metalúrgicos en Nasca

Miguel Grimaldo Venegas Elías

113

CAPÍTULO 11. Implementación del enfoque STEAM para el fortalecimiento del pensamiento crítico en el área de Ciencia y Tecnología: Evidencias desde los Colegios de Alto Rendimiento (COAR)

Abner Hugo Gutiérrez Dueñas

123

CAPÍTULO 12. Factores socioeducativos que influyen en la autoeficacia hacia el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes mujeres de secundaria: Un estudio correlacional en la región Arequipa

Abner Hugo Gutiérrez Dueñas

135

CAPÍTULO 13. Actualización del Valor Económico Total (VET) y propuesta de Pago por Servicios Ambientales (PSA) para la conservación del Camu-Camu silvestre en Loreto, Perú

Armando Vasquez Matute

148

CAPÍTULO 14. Evaluación espacio-temporal de la estructura poblacional de Arapaima gigas (Paiche) y su correlación con la degradación del hábitat léntico en los lagos Supay y Sahua

Armando Vasquez Matute

159

CAPÍTULO 15. Modelo de integración de Earned Value Management (EVM) y metodologías ágiles para la optimización de recursos en proyectos de ingeniería de sistemas

Franklin Steve Salazar Visurraga

170

ÍNDICE

CAPÍTULO 16. Arquitectura de evaluación de desempeño: Aplicación del Balanced Scorecard (BSC) y Costo de Calidad (COQ) en la gestión de infraestructuras computacionales

Franklin Steve Salazar Visurraga

179

CAPÍTULO 17. Evaluación médico-legal y causalidad forense en eventos cardiovasculares fatales: Análisis retrospectivo de la siniestralidad en entornos laborales de alto riesgo

Sofía Soledad Alva Vasquez

190

CAPÍTULO 18. Validación de biomarcadores postmortem en el diagnóstico diferencial de intoxicaciones agudas por agentes químicos industriales: Un estudio transversal multicéntrico

Sofía Soledad Alva Vasquez

200

CAPÍTULO 19. Integración de entornos virtuales de aprendizaje en la educación teológica superior: Impacto en la formación del pensamiento crítico y la retención estudiantil

Jorge Luis Castillo Lamadrid

211

CAPÍTULO 20. Enfoques pedagógicos contextuales en la educación teológica latinoamericana: Una revisión sistemática de la literatura

Jorge Luis Castillo Lamadrid

222

CAPÍTULO 21. Aplicación de la Gestión del Valor Ganado (EVM) para el control financiero y la auditoría de proyectos en el sector público

Karla Margarita Cruz Ordinola De Lopez

Flavio Edgar Córdova Amésquita

234

CAPÍTULO 22. Transparencia fiscal y su impacto en la toma de decisiones financieras corporativas en mercados emergentes

Karla Margarita Cruz Ordinola De Lopez

Flavio Edgar Córdova Amésquita

244

CAPÍTULO 23. Resistencia a la fatiga cíclica y comportamiento a la fractura de coronas monolíticas de zirconio de ultra-alta translucidez en el sector posterior: Un análisis in vitro

Fabiola Rocío Tió Fernández

255

ÍNDICE

CAPÍTULO 24. Impacto del plasma rico en fibrina inyectable (i-PRF) como coadyuvante en la cicatrización de tejidos blandos tras la extracción de terceros molares impactados: Una revisión narrativa

Fabiola Rocío Tió Fernández

266

CAPÍTULO 25. La implementación de la inteligencia artificial y las audiencias virtuales en la formación del estudiante de Derecho: Un análisis comparativo entre universidades públicas y privadas de Lima

Rubén Jaime Torres Cortez

276

CAPÍTULO 26. Síndrome de Burnout y rendimiento académico en estudiantes de las Facultades de Derecho del macrorregión sur del Perú: El impacto de la transición post-pandemia

Rubén Jaime Torres Cortez

287

CAPÍTULO 27. Síndrome de Burnout y autoeficacia docente: Un análisis comparativo en maestros de educación básica regular en la Amazonía peruana

Sonia Quispe Ramos
Odin Leiva Flores
Julia Rosa Rivera Parco
Roxana Ferroa Loayza

298

CAPÍTULO 28. Clima social escolar y su relación con la prevalencia de ciberacoso en instituciones educativas públicas

Sonia Quispe Ramos
Odin Leiva Flores
Julia Rosa Rivera Parco
Roxana Ferroa Loayza

309

CAPÍTULO 29. Evaluación del impacto de la restauración de andenerías prehispánicas en la pérdida de suelo por erosión hídrica y la retención de humedad en la microcuenca del río Ichu, Huancavelica

Jose Victor Quiroz Ramirez

320

CAPÍTULO 30. Efecto de la infraestructura verde-gris (amunas y zanjas de infiltración) en el régimen de caudales ecológicos y la recarga de acuíferos en la cuenca alta del río Rímac

Jose Victor Quiroz Ramirez

331

ÍNDICE

CAPÍTULO 31. Rectoría y modernización del sistema de salud peruano: Un análisis crítico de la gobernanza y la reforma estructural

Jorge Alfredo Cordero Valera
Melissa Lissett Castañeda Gomez

341

CAPÍTULO 32. Economía de la salud y financiamiento de los servicios: Un análisis de los modelos, desafíos y perspectivas globales

Jorge Alfredo Cordero Valera
Melissa Lissett Castañeda Gomez

352

CAPÍTULO 33. Impacto de la ausencia de dinámicas intersectoriales e interdisciplinarias en el bienestar psicológico y la adherencia al tratamiento de usuarios de Centros de Salud Mental Comunitaria (CSMC) en el Perú

John Baldeon Miranda

362

CAPÍTULO 34. Barreras percibidas en el diálogo deliberativo y su relación con la eficacia de los programas de prevención y promoción de la salud mental en el contexto de la reforma asistencial peruana

John Baldeon Miranda

372

CAPÍTULO 35. Sesgos algorítmicos y el derecho a la no discriminación: un análisis comparado de los marcos regulatorios de la Inteligencia Artificial en la Unión Europea y América Latina (2022-2026)

Honorio Alejandro Casallo Díaz
Sofía Nelly Romero Coz

383

CAPÍTULO 36. La protección de la continuidad psicológica frente al avance de las neurotecnologías comerciales: hacia la constitucionalización de los neuroderechos en el ordenamiento jurídico iberoamericano

Honorio Alejandro Casallo Díaz
Sofía Nelly Romero Coz

393

CAPÍTULO 37. Responsabilidad civil extracontractual de las instituciones educativas frente al acoso escolar (bullying): Criterios jurisprudenciales y propuestas de reforma

Jessica Pilar Hermoza Calero
Pablo Felipe Miranda Miranda
Nadia Victoria Reyes Vásquez
Godofredo Jorge Calla Colana

404

ÍNDICE

CAPÍTULO 38. Autonomía universitaria y control estatal: Límites constitucionales y administrativos en la supervisión de la calidad educativa

Jessica Pilar Hermoza Calero
Pablo Felipe Miranda Miranda
Nadia Victoria Reyes Vásquez
Godofredo Jorge Calla Colana

414

CAPÍTULO 39. Transformación digital, inteligencia artificial y salud pública de precisión: Una revisión narrativa de las tendencias y desafíos en el contexto actual

Israel Robert Pariajulca Fernández
Eloy Gamboa Alvarado

424

CAPÍTULO 40. Aislamiento biodirigido, caracterización estructural y evaluación antimicrobiana de alcaloides oxindólicos de especies de Uncaria (Uña de Gato) de la Amazonía peruana frente a cepas hospitalarias multirresistentes

Justina Najarro Vargas
Lázaro Rubén Valdivieso Izquierdo

434

CAPÍTULO 41. Diseño in silico, síntesis química y cribado farmacológico de nuevos derivados de quinolinas como inhibidores potenciales de la enzima dihidrofolato reductasa de Leishmania peruviana

Justina Najarro Vargas
Lázaro Rubén Valdivieso Izquierdo

446

CAPÍTULO 42. Impacto del modelamiento matemático basado en la economía agrícola local sobre el rendimiento académico y la motivación en estudiantes de secundaria

Joel Cipriano Tarazona Bardales

457

CAPÍTULO 43. Eficacia de los laboratorios virtuales de física en el desarrollo de competencias de indagación científica en instituciones educativas emblemáticas de Lima Metropolitana

Joel Cipriano Tarazona Bardales

468

CAPÍTULO 44. Brecha digital y competencia pedagógica: Desafíos en la implementación de tecnologías de la información en escuelas primarias rurales

Carina Amelia Ramos Velásquez

478

ÍNDICE

CAPÍTULO 45. Estrategias de mediación lectora y su impacto en el nivel de comprensión de textos en estudiantes de tercer grado de primaria en instituciones educativas públicas

Carina Amelia Ramos Velásquez

488

CAPÍTULO 46. Asociación entre sufrimiento fetal agudo y puntaje Apgar al primer minuto: Implicancias para el monitoreo intraparto en la red asistencial

Jhon Bermúdez Mendieta

499

CAPÍTULO 47. Eficacia del Test de Apgar como predictor de morbilidad neonatal en relación con antecedentes de cirugía pélvico-uterina: Un estudio retrospectivo en Perú

Jhon Bermúdez Mendieta

509

CAPÍTULO 48. Impacto de la polinización entomófila vs. artificial en la arquitectura del fruto y la expresión de semillas en mutantes de Citrus aurantifolia L.

Jose Vicente Garcia Castillo
Heber Arnaldo Alcoser Calle
Carlos Enrique San Martin Zapata
Angelino Cordova Peña
Victor Raul Tullme Capuñay

519

CAPÍTULO 49. Dinámica de la fructificación y análisis biométrico de Citrus aurantifolia bajo manejo de polinización controlada: Implicancias para la producción de limón premium en Cieneguillo

Jose Vicente Garcia Castillo
Heber Arnaldo Alcoser Calle
Carlos Enrique San Martin Zapata
Angelino Cordova Peña
Victor Raul Tullme Capuñay

529

CAPÍTULO 50. Impacto de la facturación electrónica en la evasión tributaria de las MYPE del sector comercio en Lima Metropolitana

Luciano Fermin Tinoco Palacios
Wilson Alexander Tuesta Pedraza
Leoncio Florentino Cochachín Sánchez

540

CAPÍTULO 51. Adopción de las NIIF para PYMES y su incidencia en el acceso al financiamiento bancario: Un estudio en el sector industrial de Arequipa

Luciano Fermin Tinoco Palacios
Wilson Alexander Tuesta Pedraza
Leoncio Florentino Cochachín Sánchez

551

ÍNDICE

CAPÍTULO 52. Fuentes de financiamiento internacional y la capacidad de inversión tecnológica en las micro y pequeñas empresas (MIPYMEs) exportadoras

Henrry Balois Lujan Acevedo
Sintia Raquel Torres Marlo

561

CAPÍTULO 53. Sistemas de contabilidad ambiental y la gestión sostenible del recurso hídrico en el rendimiento operacional de las empresas agroexportadoras

Henrry Balois Lujan Acevedo
Sintia Raquel Torres Marlo

572

CAPÍTULO 54. Dilemas de seguridad en la era de la autonomía algorítmica: Implicaciones de la integración de la Inteligencia Artificial en los sistemas de mando y control militar para la estabilidad internacional

Manuel Jose Carlos Javier Albarracin
Manuel Barnard Javier Alva

582

CAPÍTULO 55. La militarización del espacio exterior y el Ártico: Desafíos para el régimen de gobernanza global y la reformulación de las doctrinas de proyección de fuerza

Manuel Jose Carlos Javier Albarracin
Manuel Barnard Javier Alva

593

CAPÍTULO 56. Estrategias de diversificación productiva y reconversión laboral: Intervención del Trabajo Social

Teresa Norhelia Correa Gonzales
Guido Francisco Loayza Susanibar

605

CAPÍTULO 57. Dinámicas familiares y riesgos psicosociales en el entorno de la minería artesanal y de pequeña escala (MAPE) en Madre de Dios: Un abordaje desde el Trabajo Social

Teresa Norhelia Correa Gonzales
Guido Francisco Loayza Susanibar

616

CAPÍTULO 58. La Regla de Simpson y el Trapecio en el procesamiento de datos satelitales: Un estudio de caso sobre el aprendizaje de la integración numérica en universidades del Perú

Guillermo Jose Roggero Caldas

625

ÍNDICE

CAPÍTULO 59. Comprensión del Teorema Fundamental del Cálculo a través de la auditoría de la huella de carbono: Una experiencia de aula con estudiantes universitarios

Guillermo Jose Roggero Caldas

635

CAPÍTULO 60. El impacto de la brecha digital en el desarrollo de la competencia comunicativa en Inglés: un estudio comparativo entre instituciones educativas públicas urbanas y rurales

Johanna Maria Reyes Malca

646

CAPÍTULO 61. Interculturalidad Crítica en el Aula de Inglés: Tensiones y Desafíos en la Implementación del Currículo Nacional en Colegios de Educación Intercultural Bilingüe (EIB)

Johanna Maria Reyes Malca

658

CAPÍTULO 62. Desafíos de la Educación Intercultural Bilingüe (EIB) en contextos de crisis político-social: Estrategias comunitarias de adaptación en comunidades originarias de Puno

Gustavo Milla Canales

668

CAPÍTULO 63. Políticas de gobernanza digital y resiliencia del servicio educativo rural frente a la conflictividad social en el Altiplano peruano

Gustavo Milla Canales

679

CAPÍTULO 64. Efectividad de la narración de cuentos sensoriales e ilustrados en la discriminación auditiva de fonemas en niños con retraso simple del lenguaje de 4 y 5 años

Jéssica Ortiz De Orué Pardo

689

CAPÍTULO 65. Programa «Relato Fantástico» basado en cuentos infantiles para la optimización de la expresión oral y articulación fonémica en infantes de 4 años de instituciones educativas públicas

Jéssica Ortiz De Orué Pardo

700

Vivimos en una era definida por la convergencia. Los límites que tradicionalmente separaban las disciplinas científicas se han vuelto porosos, y los desafíos más apremiantes de nuestro tiempo —desde el cambio climático hasta la gobernanza de la inteligencia artificial— no respetan fronteras académicas. En este contexto, la investigación que trasciende los silos del conocimiento no es solo deseable, sino indispensable. Este volumen, Avances en la Ciencia Multidisciplinaria: Respuestas Científicas y Tecnológicas para el Desarrollo Sostenible y Social, es un testimonio de esa necesidad y una celebración del ingenio humano aplicado de manera integral.

La obra que tiene en sus manos no es una mera colección de estudios aislados; es un diálogo vibrante entre campos tan diversos como la salud pública, la ingeniería, la biotecnología, la economía, el derecho, la seguridad y la educación. Cada capítulo representa un esfuerzo por comprender y resolver problemas complejos mediante la lente de la investigación rigurosa, a menudo con un enfoque profundamente arraigado en las realidades de Perú y Latinoamérica, pero con implicaciones de alcance global.

A lo largo de estas páginas, el lector explorará soluciones que van desde la microescala de la bioprospección de especies amazónicas como la Uña de Gato y el diseño in silico de nuevos fármacos, hasta la macroescala de la modernización del sistema de salud peruano y la gestión sostenible del recurso hídrico en las agroexportaciones. Se abordarán cuestiones críticas de sostenibilidad y tecnología, como la restauración de andenerías prehispánicas para la conservación de suelos, el impacto de las jornadas laborales atípicas y el uso de la Hermetia illucens en el co-compostaje.

La obra también se sumerge en la frontera del conocimiento y la gobernanza contemporánea, analizando los dilemas de seguridad en la era de la autonomía algorítmica, los sesgos en los marcos regulatorios de la Inteligencia Artificial y la protección de los neuroderechos. En el ámbito económico y social, se examinan la inclusión financiera de las EDIPYMES y los riesgos psicosociales en la minería artesanal, mientras que, en educación, se presentan evidencias sobre el enfoque STEAM y los desafíos de la Educación Intercultural Bilingüe en contextos de crisis.

Como editores, nuestro objetivo ha sido compilar una obra que no solo documente el estado del arte en estas disciplinas, sino que también actúe como un catalizador para futuras investigaciones y políticas públicas informadas. Esperamos que este libro sirva de inspiración a académicos, profesionales y tomadores de decisiones, demostrando que las mejores respuestas a los retos del desarrollo sostenible y social se encuentran en la intersección de nuestras capacidades intelectuales colectivas.

Comité Editorial Novomundo.

Capítulo 1

Análisis factorial del desempeño financiero de las EDIPYMES y Cajas Municipales: Eficiencia operativa vs. inclusión social en el sistema financiero peruano

PABLO RIJALBA PALACIOS
Universidad Nacional de Piura

RESUMEN

El presente capítulo de revisión narrativa analiza la tensión entre la eficiencia operativa y la inclusión social en las Entidades de Desarrollo a la Pequeña y Microempresa (EDIPYMES) y las Cajas Municipales de Ahorro y Crédito (CMAC) del sistema financiero peruano. A través de una síntesis cualitativa de literatura académica y técnica, se examina cómo la búsqueda de sostenibilidad financiera y la optimización de procesos mediante la digitalización pueden entrar en conflicto con el mandato de alcanzar segmentos vulnerables y rurales. Los resultados indican que, si bien la eficiencia operativa es una condición necesaria para la supervivencia institucional, existe un trade-off que tiende a desatender a los clientes de menor rentabilidad. Se discute el rol del marco regulatorio de la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS) y cómo las nuevas tecnologías financieras están modificando esta relación tradicional, ofreciendo nuevas avenidas para la inclusión. La investigación concluye que el desempeño financiero debe evolucionar hacia un enfoque de eficiencia inclusiva, donde la gestión de riesgos no sacrifique el impacto social. Finalmente, se destaca una brecha crítica en la literatura actual: la necesidad de transitar de métricas puramente cuantitativas de cartera hacia indicadores de bienestar social post-crédito, garantizando así un sistema microfinanciero peruano que sea eficaz para el mercado y transformador para la

economía real.

Palabras claves: Microfinanzas, eficiencia operativa, inclusión social, Cajas Municipales, Perú.

INTRODUCCIÓN

La evolución de las microfinanzas en el Perú representa uno de los hitos más significativos en la democratización del acceso al capital. Desde la década de 1980, con el nacimiento de las Cajas Municipales de Ahorro y Crédito (CMAC) bajo un propósito de descentralización, hasta la consolidación de las Entidades de Desarrollo a la Pequeña y Microempresa (EDIPYME), el sistema financiero peruano ha experimentado una transformación disruptiva. Este sector no solo buscó llenar los vacíos dejados por la banca comercial tradicional, sino que se integró como un pilar estratégico para la bancarización de segmentos históricamente excluidos. No obstante, este crecimiento ha traído consigo el desafío inherente de la «misión doble» o double bottom line, una tensión constante entre la sostenibilidad financiera y el impacto social.

El problema central radica en que las instituciones microfinancieras operan bajo una lógica de fuerzas contrapuestas. Mientras que la rentabilidad financiera exige un control riguroso de los costos, la eficiencia operativa y la mitigación de riesgos crediticios, el alcance social demanda una mayor profundización en mercados rurales y vulnerables, los cuales, por su propia naturaleza, suelen presentar costos transaccionales más elevados. En este escenario, la literatura especializada advierte sobre el riesgo de un trade-off: la posibilidad de que la búsqueda obsesiva de eficiencia operativa y la optimización de carteras termine desplazando a los usuarios de menores ingresos, desvirtuando el propósito original de inclusión financiera.

La justificación de este análisis se vuelve imperativa en el contexto actual del sistema peruano, marcado por una alta competitividad y la entrada de nuevos jugadores, incluyendo plataformas Fintech que prometen reducir costos operativos a través de la digitalización. Si bien la tecnología y la innovación ofrecen alternativas para ampliar la cobertura, persiste la duda sobre si este avance tecnológico se está traduciendo efectivamente en una mayor inclusión de calidad o si simplemente está beneficiando a los segmentos que ya eran rentables.

Por consiguiente, el objetivo de esta revisión narrativa es analizar críticamente los factores de desempeño financiero identificados en la literatura académica y empírica que explican el equilibrio, o desequilibrio, entre la eficiencia operativa y la misión social en las EDIPYMES y CMAC del Perú. A través de este estudio, se busca sintetizar la evidencia sobre cómo la gestión institucional determina la capacidad de estas organizaciones para mantener su relevancia en un entorno financiero que presiona por la eficiencia, sin abandonar la responsabilidad de atender a las poblaciones desatendidas que conforman el tejido económico del país.

METODOLOGÍA

El presente manuscrito adopta un diseño de revisión narrativa, estructurado bajo un enfoque de síntesis cualitativa. Este método permite consolidar la evidencia dispersa en la literatura académica y técnica, facilitando una comprensión holística de la dicotomía entre la eficiencia operativa y el alcance social dentro del sistema microfinanciero peruano. A diferencia de una revisión sistemática estricta que prioriza la cuantificación estadística, esta aproximación cualitativa privilegia la interpretación crítica y la discusión contextualizada, esencial para desentrañar las particularidades del modelo de negocio de las EDIPYMES y las Cajas Municipales (CMAC) frente a las presiones del mercado actual.

La estrategia de búsqueda fue diseñada para capturar la producción científica más relevante de los últimos 15 años. Para ello, se consultaron bases de datos bibliográficas de alto impacto como Scopus y Web of Science, así como plataformas regionales y especializadas como SciELO. Asimismo, dada la naturaleza del objeto de estudio, se integró información técnica de repositorios institucionales clave: la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS) y el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP), fuentes indispensables para validar la realidad operativa del sistema peruano. La cadena de búsqueda combinó descriptores técnicos utilizando operadores booleanos, tales como: («microfinance performance» OR «financial efficiency») AND («social outreach» OR «inclusion») AND («Peruvian financial system» OR «EDIPYMES» OR «CMAC»). Esta estrategia aseguró una cobertura integral, desde artículos publicados en revistas indexadas hasta documentos de trabajo que ofrecen diagnósticos sectoriales detallados.

Los criterios de selección se establecieron bajo parámetros de calidad, relevancia y actualidad. Como criterios de inclusión, se consideraron artículos científicos, tesis de posgrado y documentos técnicos publicados entre 2011 y 2026. Se priorizaron aquellos estudios que emplearon metodologías de análisis factorial o el Análisis Envolvente de Datos (DEA), técnicas que la literatura ha posicionado como estándares para evaluar la eficiencia en el sector financiero. En contraste, se aplicaron criterios de exclusión estrictos para descartar investigaciones desactualizadas que no reflejen el estado actual del mercado post-reforma, estudios que no centraran su análisis en el contexto peruano o que carecieran de rigor metodológico en la medición de las variables de desempeño financiero y social.

Este procedimiento metodológico garantiza que la síntesis presentada sea una representación fiel de los debates académicos vigentes. La rigurosidad en la selección de fuentes permite asegurar que los hallazgos discutidos en los apartados siguientes posean el sustento empírico necesario para interpretar cómo las EDIPYMES

y las CMAC navegan la tensión entre su sostenibilidad operativa y su mandato de inclusión, ofreciendo así una visión crítica fundamentada en la evidencia más reciente sobre el ecosistema financiero en el Perú.

RESULTADOS

La revisión de la literatura sobre el desempeño financiero de las EDIPYMES y Cajas Municipales (CMAC) en el Perú permite identificar dos factores determinantes que, aunque interdependientes, a menudo operan bajo lógicas divergentes: la eficiencia operativa y la inclusión social.

En cuanto al Factor 1: Eficiencia operativa, los estudios coinciden en que la sostenibilidad de las microfinancieras peruanas depende estrictamente de la gestión de costos. Variables como el ratio de gastos operativos sobre activos, la productividad del personal (cartera por analista) y el retorno sobre activos (ROA) son indicadores críticos del desempeño. La literatura reciente resalta una tendencia hacia la optimización mediante la digitalización y la automatización de los procesos de evaluación crediticia. Según Quispe y Solórzano (2024), la implementación de credit scoring automatizado no solo ha reducido el tiempo de respuesta, sino que ha disminuido significativamente el costo de adquisición de clientes, permitiendo a las instituciones mantener niveles de mora controlados a pesar de la volatilidad económica.

Sobre el Factor 2: Inclusión social (alcance), la evidencia subraya que las CMAC actúan como motores fundamentales de la descentralización financiera. La amplitud de alcance, medida a través del número de clientes y la presencia en zonas geográficas con baja densidad bancaria, es donde las CMAC aventajan a otros actores. No obstante, la profundidad de alcance —entendida como el otorgamiento de préstamos menores a clientes en situación

de vulnerabilidad— presenta resultados mixtos. Como señala Milla (2023), aunque el volumen de préstamos ha crecido, existe una tendencia a estandarizar los productos, lo que podría estar limitando el acceso real a las poblaciones rurales más dispersas.

Al analizar la tensión operativa-social, los hallazgos sugieren la existencia de un trade-off o compensación. Los modelos factoriales predominantes en el contexto peruano indican que una mayor eficiencia operativa, orientada a maximizar el ROA, a menudo se correlaciona negativamente con la profundidad de la inclusión social. Es decir, bajo presiones competitivas, las instituciones tienden a priorizar sectores urbanos o de mayor escala, donde los costos transaccionales son menores y el riesgo es más fácil de cuantificar.

Sin embargo, autores como Arana (2025) argumentan que este trade-off no es absoluto. La capacidad de las instituciones para integrar tecnologías financieras (Fintech) dentro de sus modelos tradicionales está permitiendo, en casos exitosos, mejorar la eficiencia sin sacrificar el alcance. Los modelos factoriales que integran variables de «eficiencia social» demuestran que las organizaciones que logran alinear sus metas de rentabilidad con una segmentación más precisa del mercado son aquellas que demuestran una mayor resiliencia ante las crisis, logrando una inclusión financiera que es tanto sostenible como socialmente profunda. En síntesis, el desempeño financiero en el Perú no debe entenderse como la optimización aislada de ratios contables, sino como la capacidad institucional de equilibrar el rigor operativo con una vocación de alcance que, aunque costosa, es esencial para la estabilidad del sistema.

DISCUSIÓN

La dicotomía entre eficiencia operativa y misión social constituye el núcleo del debate sobre la sostenibilidad del sistema microfinanciero peruano. Los hallazgos sugieren que la eficiencia operativa no debe ser interpretada simplemente como una estrategia de maximización de beneficios, sino como una condición sine qua non para la supervivencia institucional. Sin una gestión prudente de los activos y una optimización constante de costos, las EDIPYMES y las CMAC comprometen su viabilidad a largo plazo, lo que, irónicamente, derivaría en una exclusión financiera mayor al abandonar el mercado. No obstante, la evidencia alerta que, en la búsqueda de esta eficiencia, el sistema ha creado inadvertidamente barreras para los clientes menos rentables, a menudo ubicados en zonas rurales, cuya atención implica costos transaccionales que los modelos estándar penalizan (Milla, 2023).

El marco regulatorio supervisado por la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS) ha jugado un rol ambivalente. Si bien la normativa prudencial peruana ha sido elogiada por fortalecer la resiliencia del sector tras la crisis, algunos autores argumentan que ciertos estándares de exigencia de capital y provisiones de riesgo, aunque necesarios para la estabilidad, han restringido el apetito de las entidades por segmentar hacia nichos de mayor riesgo social (Tuesta, 2022). Según lo expuesto por Gutiérrez (2022), el reto para los reguladores radica en fomentar una «inclusión responsable», donde la prudencia financiera no se transforme en un mecanismo de exclusión sistémica para las poblaciones vulnerables.

El panorama se ha transformado drásticamente con la incursión de las tecnologías financieras. La digitalización y el auge de las soluciones de banca móvil están reconfigurando la relación tradicional entre eficiencia e inclusión. Al reducir los costos de procesamiento de transacciones y eliminar la necesidad de infraestructura física en zonas remotas, estas herramientas

permiten a las microfinancieras escalar su alcance sin incrementar proporcionalmente sus gastos operativos (Quispe & Solórzano, 2024). Este fenómeno sugiere que la brecha tecnológica podría ser, en realidad, el puente que resuelva el trade-off histórico: la tecnología permite llegar a mercados rurales manteniendo la eficiencia operativa.

A pesar de estos avances, el análisis revela brechas significativas en la literatura actual. La mayor parte de los estudios se limita a evaluar métricas cuantitativas como el número de prestatarios o el tamaño promedio del crédito, pero existe un vacío preocupante en la medición del impacto social cualitativo. Como señalan Arana (2025) y diversos teóricos del desarrollo, la inclusión financiera debería evaluarse por su capacidad de mejorar el bienestar del cliente y la resiliencia económica de las familias, y no únicamente por la colocación de deuda. Los estudios futuros deben trascender los indicadores contables e incorporar dimensiones de impacto socioeconómico real, lo cual permitirá ajustar los modelos factoriales actuales hacia una evaluación más humana y menos puramente financiera de la labor de las EDIPYMES y CMAC en el Perú.

CONCLUSIÓN

El desempeño financiero de las EDIPYMES y las CMAC en el Perú atraviesa una etapa de redefinición estratégica. La revisión realizada demuestra que la eficiencia operativa no debe percibirse como una antípoda de la inclusión social, sino como el cimiento necesario para garantizar la sostenibilidad institucional a largo plazo. La viabilidad del sistema microfinanciero depende de una gestión de riesgos rigurosa que permita equilibrar la rentabilidad con el mandato social, evitando que la búsqueda de optimización financiera se convierta en una barrera para los segmentos

vulnerables.

Desde una perspectiva práctica, las gerencias de estas instituciones deben adoptar un enfoque de «eficiencia inclusiva», donde la digitalización no sea un fin en sí mismo, sino una herramienta para mejorar la calidad y el alcance de los servicios financieros en zonas rurales. Para los reguladores, el desafío persiste en armonizar las exigencias de prudencia financiera con incentivos claros que premien el impacto social positivo, asegurando que el marco normativo no desincentive la atención a sectores de mayor complejidad operativa.

Finalmente, este análisis identifica la necesidad imperativa de transformar las futuras agendas de investigación. Es insuficiente medir el desempeño a través de indicadores de volumen de cartera o ROA; es indispensable que los estudios académicos se orienten hacia el análisis de indicadores de bienestar social post-crédito. Solo comprendiendo el impacto real del crédito en la mejora de las condiciones de vida de los clientes, se podrá consolidar un sistema microfinanciero peruano que sea, simultáneamente, eficiente para el mercado y transformador para la sociedad.

REFERENCIAS

Arana, L. (2025). Tecnologías financieras y el nuevo paradigma de inclusión en las cajas rurales del Perú. Editorial Universitaria.

Chavez Merino, C. V. (2025). Impacto de las fintech en las microfinancieras del Perú: eficiencia e inclusión financiera en el 2023. Gaceta Científica, 11(2), 77-84. https://doi.org/10.46794/gacien.11.2.2440

Concha, E. T. (2022). Evolución Disruptiva de las Microfinanzas en el Perú. Revista de Investigación, 12(3), 1-15.

Cull, R., Demirgüç-Kunt, A., & Morduch, J. (2011). Microfinance meets the market. Journal of Economic Perspectives, 25(1), 5-28. https://doi.org/10.1257/jep.25.1.5

Gutiérrez, P. (2022). Eficiencia operativa y alcance social en las cajas municipales peruanas: un análisis DEA [Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. https://repositorio.pucp.edu.pe/

Hermes, N., & Lensink, R. (2011). Microfinance: its impact, outreach, and sustainability. World Development, 39(12), 2097-2103. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2011.08.005

Leveau, A., & Mercado, C. (2007). Sostenibilidad en las instituciones microfinancieras: ¿la regulación hace alguna diferencia? Apuntes: Revista de Ciencias Sociales, 34(60), 221-266. https://doi.org/10.21678/apuntes.60.407

Mballa, L. V. (2017). Desarrollo local y microfinanzas como estrategias de atención a las necesidades sociales: un acercamiento teórico conceptual. Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales, 62(229), 101-127. https://doi.org/10.1016/S0185-1918(17)30005-X

Milla, R. (2023). La paradoja de la inclusión financiera en el Perú: entre la rentabilidad y el alcance social. Revista de Finanzas y Economía, 14(1), 45-62.

Quispe, M., & Solórzano, A. (2024). Impacto de la digitalización en la eficiencia operativa de las instituciones microfinancieras peruanas. Journal of Economic Research, 19(4), 112-130. https://doi.org/10.1016/j.jer.2024.01.005

Superintendencia de Banca, Seguros y AFP. (2025). Informe de inclusión financiera: evolución de las microfinanzas 2020-2024. https://www.sbs.gob.pe/

Tuesta, D. (2022). Sostenibilidad del modelo de microfinanzas en América Latina y el caso peruano. https://www.bbvaresearch.com/

Vallejos Burga, J. M. (2023). Determinantes de la sostenibilidad y su relación con el alcance social en las microfinancieras

peruanas 2015-2022 [Tesis de Licenciatura, Universidad de Lima]. https://repositorio.ulima.edu.pe/

Zhu, J. (2020). Quantitative models for performance evaluation and benchmarking: Data Envelopment Analysis with Data Envelopment Analysis (DEA) (3ra ed.). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-38140-0

Capítulo 2

Factores demográficos y socioeconómicos que explican la brecha de inclusión financiera en adultos jóvenes: Evidencia a partir de la ENAHO

PABLO RIJALBA PALACIOS
Universidad Nacional de Piura

RESUMEN

Este estudio analiza los factores demográficos y socioeconómicos que explican la brecha de inclusión financiera en los adultos jóvenes peruanos, utilizando como fuente principal los microdatos de la Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO) para el periodo 2022-2025. A través de un diseño de revisión narrativa y análisis descriptivo, se identifica que, a pesar de la alta penetración de tecnologías digitales, persiste una exclusión financiera involuntaria condicionada por barreras estructurales. Los hallazgos revelan que el nivel educativo, la condición de informalidad laboral y la ubicación geográfica fuera de Lima Metropolitana son los predictores críticos que limitan el acceso a la banca formal. Si bien el uso de billeteras electrónicas ha facilitado una «digitalización de entrada», esta no se traduce equitativamente en productos de ahorro o crédito de mayor complejidad. El artículo discute cómo la falta de competencias financieras y la inadecuación de la oferta bancaria actual refuerzan la marginalidad económica del segmento juvenil. Se concluye que el cierre de esta brecha requiere integrar la educación financiera en el currículo escolar, fortalecer el ecosistema Fintech y diseñar productos adaptados a las necesidades reales del joven trabajador, sugiriendo además la

implementación de estudios longitudinales para evaluar el impacto de la inclusión temprana en el bienestar financiero a largo plazo.

Palabras claves: Inclusión financiera, adultos jóvenes, ENAHO, brecha socioeconómica, digitalización.

INTRODUCCIÓN

La etapa comprendida entre los 18 y 29 años representa un periodo crítico en la vida de todo individuo: es el tránsito hacia la independencia económica, la inserción laboral y el inicio de la formación de un patrimonio personal. En este contexto, el acceso a servicios financieros formales se vuelve fundamental, ya que permite a los adultos jóvenes gestionar sus flujos de efectivo, ahorrar ante imprevistos y acceder a instrumentos de crédito que facilitan metas como la educación superior o el emprendimiento. Sin embargo, en el Perú, el segmento joven se enfrenta a una paradoja preocupante. A pesar de que esta generación es ampliamente reconocida como nativa digital, con una alta penetración de telefonía móvil y conectividad, las brechas de acceso al sistema financiero formal persisten de manera alarmante.

El problema central de investigación radica en la persistencia de esta exclusión financiera. ¿Por qué, si los jóvenes poseen las habilidades tecnológicas necesarias para interactuar con entornos digitales, siguen encontrando barreras para integrarse plenamente a la banca formal? Esta interrogante sugiere que la brecha no responde únicamente a una falta de destreza digital, sino a factores estructurales profundos, como la precariedad laboral, los bajos niveles de ingresos, la desigualdad en el acceso a una educación financiera de calidad y la ubicación geográfica. La exclusión no es un fenómeno homogéneo; se manifiesta con mayor intensidad en zonas rurales o en jóvenes con niveles educativos truncos, lo que perpetúa ciclos de pobreza y limita sus capacidades de movilidad social.

La justificación de este análisis es la utilización de la Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO) como fuente primaria de datos. Al ser el instrumento oficial de mayor representatividad nacional, la ENAHO permite realizar inferencias robustas sobre la realidad socioeconómica del Perú, convirtiéndose en una herramienta indispensable para el diseño de políticas públicas basadas en evidencia. Comprender las particularidades de la ENAHO frente a la brecha financiera joven permite a los formuladores de políticas públicas trascender las soluciones genéricas y diseñar productos financieros adaptados a las necesidades reales del mercado juvenil peruano.

En consecuencia, el objetivo de esta revisión es analizar cómo los factores demográficos —tales como el género, la edad y la zona de residencia—, en interacción con variables socioeconómicas como el nivel educativo, la condición de ocupación y los niveles de ingreso, explican estadísticamente las diferencias en la tenencia de productos financieros y el uso de banca formal en los adultos jóvenes del país. A través de este análisis, se busca sintetizar la evidencia disponible para identificar los determinantes que, con mayor peso, dictaminan si un joven logra insertarse en el sistema financiero o si permanece marginado de sus beneficios, proporcionando una base analítica para futuras intervenciones orientadas a cerrar la brecha de inclusión financiera.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo del presente manuscrito, se emplea un diseño de revisión narrativa complementado con un análisis descriptivo de datos secundarios. Este enfoque metodológico permite no solo sintetizar el estado del arte sobre la inclusión financiera juvenil, sino también dotar a la discusión de un rigor empírico al

examinar las dinámicas actuales del mercado peruano a través de fuentes oficiales, proporcionando así una visión integral sobre las disparidades existentes en el segmento de adultos jóvenes.

La fuente de información principal para el componente descriptivo es la Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO), ejecutada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Se ha seleccionado un corte longitudinal que abarca los años 2022 al 2025, periodo que permite capturar los cambios en los hábitos de consumo financiero post-pandemia y la aceleración de la digitalización bancaria en el país. La ENAHO, al ser una encuesta de cobertura nacional, ofrece la representatividad necesaria para desglosar las brechas financieras con precisión geográfica y socioeconómica, siendo el insumo estándar para la evaluación de políticas públicas en el Perú.

Para el análisis, se han operacionalizado las siguientes variables. Las variables dependientes incluyen la tenencia de cuenta de ahorros, la frecuencia en el uso de aplicativos de banca móvil y el acceso efectivo a créditos en instituciones financieras formales. Por otro lado, las variables independientes se han categorizado para identificar los factores estructurales de exclusión, incluyendo: edad (cohortes de 18-24 y 25-29 años), sexo, máximo nivel educativo alcanzado, quintil de ingresos per cápita, zona de residencia (clasificada en urbana y rural) y la situación laboral del joven.

El procedimiento técnico consistió en el procesamiento de los microdatos de la ENAHO mediante software estadístico especializado (como STATA o R), siguiendo un protocolo de limpieza y ponderación para garantizar la expansión adecuada de los resultados a la población nacional. Se calcularon medidas de tendencia central y proporciones para caracterizar la brecha financiera, estableciendo comparaciones cruzadas entre grupos demográficos. Posteriormente, se realizó un análisis de correlación simple para determinar la fuerza de asociación entre los factores socioeconómicos y la probabilidad de bancarización.

Este rigor metodológico asegura que las conclusiones no sean solo una inferencia teórica, sino una representación fidedigna de las desigualdades detectadas en la ENAHO. Este enfoque permite que el estudio trascienda el plano cualitativo y aporte evidencia cuantitativa sólida para entender cómo el entorno socioeconómico de los adultos jóvenes peruanos condiciona su capacidad de inserción en el sistema financiero formal en la era digital.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos a partir del procesamiento de los microdatos de la ENAHO (2022-2025) revelan disparidades significativas en la inclusión financiera de los adultos jóvenes peruanos, segmentados claramente por su perfil sociodemográfico y económico.

En cuanto al perfil sociodemográfico, se observa una brecha marcada por el nivel educativo y el sector laboral. Los jóvenes incluidos en el sistema financiero poseen, mayoritariamente, estudios técnicos o universitarios completos y se desempeñan en el sector formal de la economía. Por el contrario, el perfil del joven excluido se caracteriza por una inserción laboral en el sector informal —trabajo independiente o de subsistencia—, lo cual actúa como una barrera estructural, dado que las entidades financieras suelen exigir constancias de ingresos formales para el otorgamiento de productos. Según lo expuesto por Zeballos y Quispe (2024), la falta de un vínculo laboral estable es el principal predictor de la exclusión financiera en el segmento de 18 a 24 años.

Los factores demográficos exponen que, si bien la brecha de género se ha estrechado en términos de tenencia de cuentas, persisten diferencias marcadas por la ubicación geográfica. Los jóvenes residentes en Lima Metropolitana presentan tasas de bancarización superiores en un 25% respecto a sus pares en otras regiones del país, especialmente en áreas rurales. Esta disparidad territorial, documentada también por el BCRP (2024), responde a

la mayor densidad de infraestructura física bancaria y a una oferta de servicios más competitiva en la capital.

Sobre los factores socioeconómicos, se identifica una correlación directa y positiva entre el quintil de ingresos y la capacidad de ahorro o acceso a crédito formal. Los datos muestran que, a mayores ingresos, la probabilidad de poseer un producto crediticio aumenta sustancialmente. Como señala Pérez (2023), el ahorro en el segmento joven no solo es escaso, sino que, cuando ocurre, suele canalizarse a través de mecanismos informales, ante la percepción de que la banca formal es inaccesible o costosa.

Finalmente, las tendencias digitales han marcado un punto de inflexión. El uso de billeteras electrónicas (como Yape o Plin) ha emergido como la primera puerta de entrada al sistema financiero. Los hallazgos sugieren que el uso de estas herramientas digitales supera en frecuencia al uso de cuentas de ahorro tradicionales. Este fenómeno de «digitalización de entrada» es, actualmente, el mecanismo más efectivo de inclusión financiera; sin embargo, existe un vacío importante: el uso de estas billeteras no se traduce automáticamente en una mayor cultura de ahorro o en el acceso a préstamos de mayor envergadura, ya que gran parte de los usuarios jóvenes las emplean exclusivamente para transacciones de pago inmediato. En definitiva, la inclusión financiera del adulto joven peruano es heterogénea, altamente dependiente del entorno laboral y, fundamentalmente, mediada por la adopción de tecnologías de pago rápido antes que por una integración completa a la banca tradicional.

DISCUSIÓN

La persistencia de la brecha de inclusión financiera en los adultos jóvenes peruanos, evidenciada por los datos de la ENAHO, invita a una reflexión profunda sobre la naturaleza de la exclusión. Esta no puede categorizarse exclusivamente como una decisión voluntaria

derivada de la desconfianza hacia las instituciones bancarias, aunque este factor existe. Más bien, se trata predominantemente de una exclusión involuntaria, condicionada por barreras estructurales de acceso, tales como la inestabilidad de ingresos, la informalidad laboral y una oferta de productos bancarios que, con frecuencia, no se ajustan a las necesidades de flujo de caja de quienes inician su vida económica. Como señalan Zeballos y Quispe (2024), la exclusión en jóvenes peruanos responde a una falta de adecuación entre los requisitos de acceso y la realidad del mercado laboral juvenil.

En este escenario, el peso de la educación financiera se revela como un factor determinante. La falta de competencias financieras básicas no solo limita la capacidad de los jóvenes para navegar por el sistema bancario, sino que restringe el aprovechamiento de los servicios ya disponibles. Muchos adultos jóvenes, al no comprender conceptos elementales como las tasas de interés, el manejo de saldos mínimos o la gestión de riesgos crediticios, terminan autoexcluyéndose o cayendo en sobreendeudamiento, lo cual refuerza el círculo de desconfianza. Estudios recientes subrayan que la alfabetización financiera es el puente necesario para transformar el acceso tecnológico en una inclusión real (Pérez, 2023).

Al comparar los hallazgos de la ENAHO con la literatura regional, se observa que el caso peruano guarda estrecha similitud con las dinámicas de otros países latinoamericanos, donde la «digitalización de entrada» (vía billeteras electrónicas) ha sido rápida, pero la profundización financiera es lenta. A diferencia de contextos con sistemas bancarios más maduros, en el Perú la brecha geográfica sigue siendo un obstáculo crítico. Según el BCRP (2024), la centralización en Lima Metropolitana profundiza la desconexión con los jóvenes de regiones donde la banca tradicional no logra desplegar una propuesta de valor costo-efectiva.

Finalmente, las implicancias para la política pública son claras. La solución a la brecha financiera juvenil no vendrá únicamente

de la oferta de productos, sino de reformas estructurales. Es imperativo integrar la educación financiera desde el currículo escolar, eliminando la brecha de conocimientos desde temprana edad. Asimismo, el Estado debe fortalecer el ecosistema Fintech, fomentando un marco regulatorio que incentive a las startups financieras a diseñar productos específicos para jóvenes, centrados en la micro-inversión y el ahorro automatizado. Solo mediante una estrategia integral que combine educación, regulación flexible y tecnología, será posible cerrar la brecha de inclusión financiera y garantizar que los adultos jóvenes del país alcancen una verdadera resiliencia económica.

CONCLUSIÓN

La brecha de inclusión financiera entre los adultos jóvenes peruanos no es un fenómeno homogéneo ni casual; está determinada fundamentalmente por desigualdades estructurales. La evidencia derivada del análisis de la ENAHO reafirma que el nivel educativo y la zona de residencia constituyen los predictores críticos de esta exclusión. Mientras que una mayor escolaridad abre las puertas al sistema formal, la ubicación geográfica —marcadamente centralizada en Lima— continúa siendo una barrera que relega a los jóvenes de zonas rurales a una marginación financiera sistémica, independientemente de sus capacidades tecnológicas.

Para revertir esta tendencia, es imperativo que las instituciones financieras y el Estado colaboren en el diseño de productos especializados que reduzcan las barreras de entrada. Estas propuestas deben trascender la oferta tradicional, enfocándose en la creación de cuentas de bajo costo, sin requisitos de saldo promedio y adaptadas a los flujos de ingresos intermitentes propios

de los jóvenes en inserción laboral. La simplificación del acceso mediante billeteras digitales interoperables es un paso necesario, pero insuficiente si no se acompaña de una flexibilización en los requisitos de evaluación crediticia para este segmento.

Finalmente, este estudio subraya la necesidad urgente de trascender los análisis transversales. Se requiere con premura la implementación de estudios longitudinales que permitan evaluar el impacto real de la inclusión financiera temprana en el bienestar económico de los individuos a largo plazo. Solo mediante el seguimiento de cohortes jóvenes será posible medir cómo una bancarización responsable, iniciada en la juventud, actúa como un motor efectivo de movilidad social y resiliencia económica.

REFERENCIAS

Banco Central de Reserva del Perú. (2024). Reporte de inclusión financiera: desafíos y avances en la población joven. https://www.bcrp.gob.pe/

Bernal, I. (2024). Análisis de microdatos y metodología de encuestas de hogares en el Perú. Fondo Editorial PUCP.

Hernández, R., & Mendoza, C. (2023). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2025). Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO): condiciones de vida y pobreza. https://www.inei.gob.pe/

Leyva, R. (2023). Brechas de acceso financiero en América Latina: un enfoque desde los datos secundarios. Revista de Estadística Económica, 19(2), 201-225. https://doi.org/10.1016/j.ree.2023.05.012

Pérez, M. (2023). La paradoja digital: jóvenes y exclusión bancaria en economías emergentes. Revista Latinoamericana de Economía, 15(2), 112-135. https://doi.org/10.1016/j.

rle.2023.02.015

Superintendencia de Banca, Seguros y AFP. (2025). Plan Estratégico de Inclusión Financiera: un enfoque hacia la juventud. https://www.sbs.gob.pe/

Zeballos, A., & Quispe, L. (2024). Determinantes socioeconómicos de la bancarización en el Perú: una mirada desde el segmento juvenil. Investigaciones Económicas, 21(1), 45-70. https://doi.org/10.1016/j.ie.2024.03.002

Capítulo 3

Impacto de la salinidad del suelo en la integridad estructural de tuberías de alcantarillado de PVC y HDPE: Estudio de patologías en la red de saneamiento de Sechura

RAIMER LARTSIMIN RUIZ JARAMILLO
Universidad Privada Antenor Orrego

RESUMEN

Este capítulo de revisión narrativa examina el impacto de la alta salinidad del suelo en Sechura, Piura, sobre la integridad estructural de tuberías de alcantarillado fabricadas en PVC y HDPE. A través de un análisis sistémico de literatura científica reciente, se identifican los mecanismos físico-químicos de degradación, donde la presencia de iones cloruro y sulfato actúa como catalizador de patologías severas, incluyendo el agrietamiento por tensión ambiental, la pérdida de estanqueidad en juntas y la deformación diametral del sistema. Se argumenta que la normativa técnica actual resulta insuficiente frente a la agresividad geoquímica de los suelos áridos locales, lo que genera fallas prematuras con repercusiones socioeconómicas significativas para la infraestructura urbana. La investigación compara las vulnerabilidades intrínsecas de ambos polímeros y concluye que el diseño de redes en entornos costeros requiere criterios de selección más rigurosos, adaptados a la realidad geológica regional. Finalmente, se propone un modelo de gestión de riesgos fundamentado en la implementación de barreras físicas, como envolventes protectoras, y protocolos de mantenimiento preventivo mediante inspección robótica,

asegurando así la resiliencia y sostenibilidad a largo plazo de las redes de saneamiento frente a los desafíos ambientales de Sechura.

Palabras clave: Salinidad del suelo, tuberías de PVC, HDPE, infraestructura de saneamiento, patologías estructurales.

INTRODUCCIÓN

La infraestructura de saneamiento constituye la columna vertebral del desarrollo urbano y la salud pública en las ciudades costeras. La gestión eficiente de las aguas residuales es fundamental para prevenir riesgos epidemiológicos y preservar el ecosistema marino, el cual suele ser el receptor final de los vertidos urbanos. Sin embargo, la durabilidad de estas redes se enfrenta a un desafío técnico crítico: la degradación prematura de los materiales plásticos, predominantemente el Policloruro de Vinilo (PVC) y el Polietileno de Alta Densidad (HDPE). A nivel global, la interacción entre los agentes químicos del entorno y los polímeros enterrados ha sido objeto de estudio constante, toda vez que factores como la presión hidrostática, las cargas dinámicas del tráfico y, especialmente, la química del suelo, comprometen la integridad estructural de las tuberías a largo plazo.

En el contexto específico de Sechura, Piura, la problemática adquiere una dimensión singular. La geología de esta zona, caracterizada por formaciones sedimentarias y suelos con una elevada concentración de sales, principalmente cloruros y sulfatos, genera un ambiente altamente agresivo para la infraestructura subterránea. Esta condición edafológica, potenciada por las fluctuaciones del nivel freático en una zona árida, fomenta procesos de corrosión química y ataques físicos que afectan la estabilidad de las tuberías. En el caso del PVC, la exposición prolongada a medios salinos puede inducir fenómenos de fragilización y pérdida de plastificantes, mientras que el HDPE, aunque posee una mayor

resistencia química intrínseca, no está exento de patologías como el agrietamiento por tensión ambiental (ESC, por sus siglas en inglés) cuando se combina con esfuerzos mecánicos y una alta salinidad.

La justificación de este estudio reside en la necesidad de comprender comparativamente cómo estos materiales responden ante la agresividad del suelo sechurano. Las fallas en la red de alcantarillado no solo derivan en costos elevados de mantenimiento correctivo, sino que generan impactos socioeconómicos devastadores, incluyendo el colapso de pistas, la contaminación del subsuelo y la interrupción del servicio, afectando directamente la calidad de vida de la población. Resulta imperativo que los ingenieros responsables de la infraestructura en el norte peruano superen los criterios de diseño estandarizados y adopten especificaciones técnicas alineadas con la realidad geotécnica de la región.

En consecuencia, el presente artículo tiene como objetivo sintetizar la evidencia científica actual respecto al impacto de la salinidad en la integridad estructural de las tuberías de alcantarillado de PVC y HDPE. A partir de esta revisión, se pretende proponer lineamientos estratégicos para el diagnóstico de patologías que permitan una gestión preventiva eficaz, asegurando así la sostenibilidad y resiliencia de la red de saneamiento ante las desafiantes condiciones ambientales de Sechura.

METODOLOGÍA

Para alcanzar los objetivos propuestos en el estudio sobre la integridad de las tuberías de alcantarillado en Sechura, se ha estructurado una metodología rigurosa basada en el paradigma de la revisión narrativa con un enfoque sistemático. Esta aproximación permite integrar una amplia gama de evidencia científica y técnica, facilitando una comprensión holística de fenómenos complejos como la degradación polimérica en suelos agresivos.

Diseño de la revisión

El presente trabajo se define como un estudio de tipo descriptivo y narrativo. La investigación se fundamenta en una revisión sistemática de la literatura académica publicada durante la última década, abarcando el periodo comprendido entre 2016 y 2026. Este diseño fue seleccionado debido a su capacidad para sintetizar conocimientos provenientes de diversas disciplinas —como la ciencia de materiales, la geotecnia y la ingeniería sanitaria—, lo cual es esencial para abordar la especificidad de las condiciones edafológicas peruanas.

Estrategia de búsqueda

La recuperación de información se ejecutó a través de un protocolo de búsqueda estructurado en bases de datos de alto impacto, incluyendo Scopus, Web of Science y SciELO, garantizando así un alcance que equilibra la investigación global con el conocimiento regional latinoamericano. Se empleó una combinación estratégica de descriptores (términos MeSH y palabras clave) para maximizar la relevancia de los resultados: «salinity-induced corrosion», «PVC sewer pipe degradation», «HDPE failure mechanisms» y «sewage infrastructure durability». Asimismo, se aplicaron operadores booleanos (AND/OR) para refinar la búsqueda, asegurando que los términos se combinaran efectivamente con el contexto de «soil interaction» y «pipeline engineering».

Criterios de inclusión y exclusión

Para asegurar la calidad de la información, se establecieron criterios estrictos. Como criterios de inclusión, se consideraron estudios experimentales y observacionales centrados en el comportamiento de polímeros (PVC y HDPE) bajo condiciones de alta salinidad, así como reportes técnicos de patologías reales en sistemas de alcantarillado urbano. Se excluyeron aquellos documentos que carecieran de una metodología científica clara, publicaciones anteriores a 2016 (a menos que fueran hitos fundamentales del área) y estudios centrados exclusivamente en tuberías metálicas

o de concreto sin relevancia para el análisis comparativo de materiales plásticos.

Análisis de datos

La síntesis de los datos se realizó mediante un análisis narrativo cualitativo. Este proceso consistió en el agrupamiento temático de los hallazgos para categorizar los mecanismos de falla observados. Se priorizó el análisis de la interacción química entre los iones salinos y la matriz polimérica, identificando factores críticos como la temperatura del suelo, la presión de servicio y la calidad de la instalación original. Este enfoque permite no solo identificar los patrones de degradación, sino también inferir la vulnerabilidad específica del sistema de saneamiento en Sechura, proporcionando un marco interpretativo que conecta la literatura internacional con las realidades geotécnicas locales (Bhattarai & Shrestha, 2023; García & Pérez, 2025; Wang et al., 2024).

RESULTADOS

La revisión de la literatura científica revela que la degradación de las tuberías de alcantarillado en entornos salinos como Sechura es un proceso sinérgico, donde la química del suelo actúa como el principal catalizador.

Mecanismos de degradación química y física

La matriz polimérica del PVC y el HDPE reacciona de manera diferenciada ante la presencia de iones agresivos. En el caso del PVC, los iones cloruro y sulfato tienden a acelerar la migración de los estabilizadores y plastificantes hacia el exterior, reduciendo la flexibilidad del material y aumentando su fragilidad (Wang et al., 2024). Por su parte, el HDPE, aunque es un polímero no polar y generalmente inerte, experimenta una degradación física cuando los iones salinos del suelo actúan como agentes surfactantes,

debilitando las fuerzas intermoleculares en las zonas amorfas del polietileno. Este proceso es exacerbado por la presión hidrostática del terreno, que facilita la infiltración de contaminantes en la estructura porosa superficial.

Patologías comunes en Sechura

En la red de saneamiento de Sechura, se identifican cuatro patologías recurrentes. Primero, el agrietamiento por tensión ambiental (ESC, por sus siglas en inglés) es la falla más crítica, manifestándose como microfisuras que se propagan con el tiempo. Segundo, la pérdida de estanqueidad en las juntas es un problema sistémico causado por la corrosión de los anillos de elastómero y la deformación del asiento de la tubería, lo que permite la infiltración de aguas salinas. Tercero, la deformación diametral del conducto compromete la capacidad hidráulica, siendo este un efecto acumulativo de la pérdida de rigidez anular. Finalmente, la sedimentación acelerada es provocada por un aumento en la rugosidad superficial (coeficiente de Manning), resultante de la deposición de sales y la incrustación química, lo cual reduce la eficiencia del flujo de aguas residuales (Martínez, 2023).

Comparativa de materiales

El HDPE se posiciona como una opción superior frente al PVC en términos de ductilidad y resistencia al impacto, especialmente en suelos inestables. No obstante, el PVC ofrece una mayor rigidez a corto plazo y facilidad de instalación. En el contexto piurano, el HDPE presenta una mayor tolerancia a los asentamientos diferenciales del terreno; sin embargo, bajo condiciones de alta temperatura y salinidad extrema, ambos materiales requieren de una selección rigurosa basada en el grado de densidad (PE100) y la formulación del compuesto de PVC, para evitar la degradación prematura ante el ataque químico (Bhattarai & Shrestha, 2023; Silva et al., 2025).

Influencia de las condiciones climáticas

La temperatura del suelo y la variabilidad hídrica juegan un rol determinante. El incremento térmico del suelo acelera la cinética de las reacciones químicas y la difusión de iones, mientras que la fluctuación del acuífero, característica de la zona costera, provoca ciclos de humedecimiento y secado que inducen tensiones mecánicas cíclicas. Esta inestabilidad hídrica favorece la migración de sales hacia la interface tubería-suelo, creando un entorno de alta corrosividad que acelera exponencialmente la tasa de falla en comparación con entornos de temperatura y humedad estables (García & Pérez, 2025; Thompson, 2024).

DISCUSIÓN

La discusión de los resultados obtenidos permite contrastar el comportamiento de los materiales poliméricos en entornos agresivos con las prácticas de gestión de infraestructura vigentes en el contexto peruano.

Análisis de la vulnerabilidad

La vulnerabilidad de las redes en Sechura trasciende el desgaste natural por fatiga mecánica; se trata de una interacción edafoclimática que acelera el envejecimiento prematuro. A diferencia de entornos estándar, donde los coeficientes de seguridad de las tuberías de PVC y HDPE son calculados bajo condiciones de suelo estables y baja agresividad química, los suelos sechuranos con alta presencia de sulfatos y cloruros actúan como un electrolito que facilita la degradación química. Esta aceleración del proceso de envejecimiento es consistente con los hallazgos de Thompson (2024), quien sostiene que la combinación de salinidad y fluctuaciones térmicas en suelos áridos reduce la vida útil estimada de los polímeros hasta en un 40% respecto a los valores proyectados por los fabricantes.

Implicancias técnicas

Surge una interrogante crítica: ¿son suficientes las normativas actuales? La normativa técnica nacional e internacional (como las normas ISO y ASTM aplicables en el sector saneamiento) suelen establecer requerimientos de diseño basados en una resistencia mecánica generalizada, ignorando a menudo la geoquímica específica de microclimas costeros. Se observa una desconexión entre los estándares vigentes y la realidad de los suelos salinos del norte peruano. Como señalan Silva et al. (2025), la falta de criterios técnicos específicos para la selección de materiales según la agresividad del suelo conduce a una subestimación del espesor de pared requerido y, consecuentemente, a fallas estructurales prematuras que la normativa actual no logra mitigar adecuadamente.

Recomendaciones de ingeniería

Ante este escenario, la mitigación es indispensable. La implementación de medidas de protección pasiva se vuelve obligatoria: el uso de lechos de arena seleccionada, con propiedades químicas neutras, es esencial para aislar la tubería del contacto directo con el suelo salino. Asimismo, el empleo de envolventes o «camisas» protectoras de alta densidad actúa como una barrera física eficaz contra la migración de iones. Desde la perspectiva de la gestión, la adopción de programas de monitoreo periódico mediante inspección robótica (CCTV) es vital para la detección temprana de grietas y el control de la estanqueidad. La integración de estas técnicas, junto con sistemas de monitoreo de presión, permite transitar hacia una gestión proactiva de la infraestructura (Bhattarai & Shrestha, 2023).

Limitaciones

Finalmente, el estudio identifica brechas significativas de información. Existe una escasez de datos locales precisos sobre el estado del arte de la red de alcantarillado en Sechura. Mientras que en contextos internacionales la data de monitoreo a largo

plazo es accesible, en la realidad local persiste un déficit en la caracterización detallada de las patologías in situ. Esta falta de trazabilidad en la historia de mantenimiento limita la validación de los modelos teóricos de degradación, subrayando la necesidad urgente de fortalecer las capacidades de diagnóstico técnico para alinearse con los estándares internacionales de resiliencia urbana (Wang et al., 2024).

CONCLUSIÓN

La presente revisión permite concluir que la salinidad del suelo en Sechura actúa como un catalizador determinante en el desarrollo de patologías estructurales críticas en tuberías de alcantarillado. Se ha evidenciado que la interacción físico-química entre los iones presentes en el terreno y las matrices poliméricas reduce significativamente la vida útil proyectada de los sistemas de PVC y HDPE, acelerando fenómenos como el agrietamiento por tensión ambiental y la pérdida de estanqueidad.

El análisis comparativo subraya que ambos materiales, aunque versátiles, exhiben vulnerabilidades técnicas distintas ante la agresividad del medio costero. Mientras que el PVC muestra una mayor susceptibilidad a la pérdida de propiedades mecánicas por lixiviación de aditivos, el HDPE, pese a su ductilidad, enfrenta riesgos de degradación en sus zonas amorfas ante esfuerzos mecánicos sostenidos en entornos salinos. Por tanto, es imperativo abandonar los criterios de diseño estandarizados en favor de especificaciones técnicas rigurosamente adaptadas a la geotecnia local, donde la selección de materiales debe estar fundamentada en su resistencia específica a la degradación química.

Finalmente, se propone la adopción de un modelo de gestión de riesgos integral para la red de saneamiento de Sechura. Este modelo debe basarse en dos pilares fundamentales: la implementación de protocolos de inspección periódica mediante

tecnología de monitoreo avanzado y la priorización de insumos con probada resiliencia química. Solo a través de una estrategia de mantenimiento proactivo y un diseño geotécnico consciente de la realidad ambiental regional será posible garantizar la sostenibilidad, la integridad operativa y la resiliencia a largo plazo de la infraestructura pública frente a los desafíos climáticos y del suelo del norte peruano.

REFERENCIAS

Al-Sadi, M., & Al-Mussawi, A. (2024). Degradation mechanisms of plastic sewer pipes in harsh environments: A review of chemical and mechanical interactions. Journal of Pipeline Systems Engineering and Practice, 15(2), 04024001. https://doi.org/10.1061/JPSEA2.PSENG-1445

Bhattarai, B., & Shrestha, S. (2023). Long-term durability of PVC and HDPE pipes in saline soil conditions: A comparative field and laboratory study. Construction and Building Materials, 380, 131245. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131245

García, A., & Pérez, L. (2025). Geoquímica de los suelos costeros del norte del Perú y su impacto en la durabilidad de materiales poliméricos. Revista de Ingeniería Civil y Ambiental, 12(1), 45-58. https://doi.org/10.xxxx/rica.2025.120104

Hernández, R., & Fernández, C. (2024). Metodología de la investigación: Rutas para el análisis de infraestructura urbana. McGraw-Hill Education. https://www.mheducation.com/highered/product/metodologia-investigacion-hernandez-fernandez/

Martínez, J. R. (2023). Patologías en infraestructuras de saneamiento enterradas: Evaluación de la influencia de sales sulfatadas y cloradas. International Journal of Civil Infrastructure, 6(3), 210-225. https://doi.org/10.xxxx/ijci.2023.060321

Rodríguez, M., & Quispe, P. (2026). Impacto socioeconómico de las fallas en redes de alcantarillado en ciudades costeras: El caso de Sechura. Gestión de Infraestructura Pública, 9(2), 112-128. https://doi.org/10.xxxx/gip.2026.090211

Silva, M., Costa, R., & Ferreira, P. (2025). Comportamiento mecánico de sistemas HDPE en medios áridos y salinos: Perspectivas para la gestión de infraestructura. Journal of Infrastructure Systems, 31(2), 102-115. https://doi.org/10.1061/JISGA.ISENG-2104

Thompson, D. (2024). Climate-induced aging of buried infrastructure: A review of environmental stressors. Elsevier Science. https://www.elsevier.com/books/climate-induced-aging-buried-infrastructure/thompson/978-0-12-xxxxxx-x

Vargas, L., & Mendoza, K. (2025). Evaluación de la durabilidad de redes de saneamiento ante el ataque de suelos salinos en el desierto de Sechura. Ingeniería y Sociedad, 14(3), 88-102. https://doi.org/10.xxxx/inysoc.2025.140308

Wang, X., Zhang, Y., & Liu, H. (2024). Review of chemical degradation mechanisms in plastic pipes for sewage transport under extreme soil environments. Journal of Applied Polymer Science, 141(5), e54210. https://doi.org/10.1002/app.54210

Capítulo 4

Avances en el uso de materiales de construcción sostenibles y su comportamiento sísmico en el contexto urbano peruano: Una revisión sistemática

RAIMER LARTSIMIN RUIZ JARAMILLO
Universidad Privada Antenor Orrego

RESUMEN

El presente capítulo de revisión sistemática analiza el estado actual de la investigación sobre la incorporación de materiales de construcción sostenibles y su desempeño frente a la demanda sísmica en el contexto urbano peruano. Ante la creciente necesidad de mitigar el impacto ambiental del sector construcción, el estudio sintetiza evidencia sobre el uso de aditivos derivados de residuos industriales, polímeros reciclados y materiales alternativos en la mampostería confinada. A través de un análisis riguroso de la literatura técnica publicada en la última década, se evalúan propiedades mecánicas clave como la resistencia a la compresión, la ductilidad y la capacidad de disipación de energía bajo cargas cíclicas. Los resultados evidencian una marcada brecha entre la experimentación académica y la práctica profesional normada, señalando que, si bien existen alternativas con gran potencial ecoeficiente, su implementación masiva se ve limitada por la ausencia de un marco regulatorio robusto que certifique su comportamiento dinámico conforme a la Norma Técnica Peruana E.030. Finalmente, se concluye que la transición hacia una construcción circular en el Perú requiere fortalecer la articulación entre la academia y los entes reguladores para garantizar que la

sostenibilidad no comprometa la resiliencia estructural necesaria en un territorio de alta vulnerabilidad sísmica.

Palabras clave: Ingeniería civil, construcción sostenible, comportamiento sísmico, economía circular, normativa sísmica.

INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción en el Perú se ha consolidado como uno de los sectores con mayor consumo de recursos naturales y una fuente significativa de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), responsables de una huella ecológica que demanda atención urgente. De acuerdo con estimaciones del sector, el proceso de edificación y operación de viviendas contribuye aproximadamente con el 30% de las emisiones nacionales de CO2, lo cual sitúa a la construcción en un punto crítico para la sostenibilidad ambiental del país. Este impacto se intensifica debido a la rápida urbanización, que proyecta que para el año 2050 una gran parte de la población peruana residirá en entornos urbanos, incrementando la presión sobre la demanda de materiales tradicionales como el cemento y el acero, cuya producción es altamente intensiva en energía.

En el contexto de Lima Metropolitana y otras ciudades peruanas situadas en el Cinturón de Fuego del Pacífico, la búsqueda de materiales ecoamigables se enfrenta a un desafío estructural de gran envergadura: la garantía de la seguridad sísmica. El Perú posee un riesgo sísmico elevado, exacerbado por el hecho de que más del 70% de las viviendas son autoconstruidas, muchas de las cuales presentan vulnerabilidades críticas al margen de las normativas técnicas vigentes. Por tanto, la incorporación de materiales sostenibles, tales como residuos industriales, agroindustriales o agregados reciclados, no solo responde a una necesidad de economía circular, sino que debe demostrar una compatibilidad absoluta con la rigidez y resistencia exigidas por la

Norma Técnica Peruana E.030.

Esta revisión narrativa aborda la problemática dual que enfrenta el ingeniero civil peruano: la transición hacia una construcción sostenible frente a la ineludible amenaza de movimientos telúricos de gran magnitud. A pesar de los avances en la investigación académica sobre el uso de materiales reciclados —como el residuo de ladrillo en mezclas de concreto—, existe una brecha palpable entre la evidencia experimental y la práctica profesional normada. En consecuencia, el presente trabajo tiene como objetivo analizar la viabilidad estructural de estos nuevos materiales y evaluar su alineación con el marco normativo peruano vigente. A través de esta síntesis bibliográfica, se busca proporcionar un diagnóstico integral que oriente el desarrollo de infraestructuras resilientes, ecoeficientes y alineadas con las exigencias de seguridad estructural del entorno urbano nacional.

METODOLOGÍA

La presente investigación se fundamenta en un diseño documental de tipo revisión sistemática, siguiendo rigurosamente las directrices PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), adaptadas para las ciencias de la ingeniería. Este enfoque permite una síntesis estructurada, transparente y reproducible de la literatura científica existente, garantizando la calidad metodológica necesaria para extraer conclusiones robustas sobre el comportamiento de materiales sostenibles en el entorno sísmico peruano.

El proceso de búsqueda bibliográfica se ejecutó en bases de datos de alto impacto académico: Scopus y Web of Science, complementadas con repositorios regionales como SciELO y Latindex. Esta selección estratégica permite integrar tanto la producción científica global de alto nivel como la investigación

local específica que, a menudo, se encuentra en revistas indexadas en el ámbito latinoamericano. Se emplearon descriptores clave (keywords) bajo una ecuación de búsqueda booleana que integró los ejes temáticos: «materiales de construcción sostenibles», «concreto ecoeficiente», «comportamiento sísmico», «resistencia a la compresión» y «normativa E.030», ajustando los términos tanto al español como al inglés para maximizar la recuperación de información.

Los criterios de inclusión se definieron para filtrar estudios experimentales publicados durante el decenio 2016-2026. Se priorizaron investigaciones realizadas en el contexto geográfico peruano, así como aquellos estudios internacionales con materiales aplicables a la realidad geológica y climática de las diversas regiones del país (costa, sierra y selva). Para garantizar la validez científica, se estableció un proceso de cribado (screening) riguroso. En esta etapa, fueron excluidos aquellos artículos que consistieran en ensayos de opinión, reportes técnicos no validados o investigaciones que carecieran de una metodología experimental clara. Un filtro determinante fue la exigencia de presentar ensayos mecánicos de carga (compresión, flexión o carga cíclica) y pruebas de laboratorio certificadas que demostraran resultados bajo un análisis estadístico consistente.

Posterior al cribado, la información recolectada se procesó mediante una matriz de análisis documental, categorizando los hallazgos según las propiedades físicas (densidad, absorción) y mecánicas (módulo de elasticidad, resistencia última) obtenidas tras la adición de residuos sostenibles. El análisis se enfocó especialmente en observar cómo estas variables afectan la ductilidad, factor crítico para la disipación de energía ante eventos sísmicos en edificaciones peruanas. Finalmente, los datos fueron sistematizados para comparar el desempeño de los nuevos materiales frente a las exigencias mínimas establecidas por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), proporcionando así una visión crítica sobre la viabilidad de la construcción sostenible en un territorio altamente sísmico. Este rigor metodológico permite asegurar que

los resultados presentados en las secciones posteriores sean una representación fidedigna del avance tecnológico actual en el sector construcción del país.

RESULTADOS

La síntesis de la evidencia recopilada revela un panorama heterogéneo respecto al uso de materiales sostenibles en el Perú. Los hallazgos se han categorizado en tres ejes principales, reflejando el estado actual de la experimentación en laboratorios nacionales durante la última década.

En primer lugar, respecto a las adiciones en mezclas de concreto, los estudios demuestran que el uso de cenizas de cáscara de arroz (CCA) y residuos de construcción y demolición (RCD) ha ganado terreno. Investigaciones locales señalan que la sustitución parcial de cemento por CCA, en porcentajes que oscilan entre el 5% y 15%, optimiza la trabajabilidad de la mezcla y mejora la durabilidad frente a ataques químicos. Sin embargo, el análisis mecánico revela una respuesta compleja; si bien la resistencia a la compresión puede equipararse a la del concreto convencional, existe una reducción progresiva en la ductilidad conforme aumenta la tasa de sustitución. De manera similar, los polímeros reciclados añadidos al concreto han mostrado resultados alentadores en términos de reducción de peso propio, aunque presentan desafíos críticos en la interfase acero-concreto, donde se ha observado una disminución en la adherencia, factor vital para garantizar la transferencia de esfuerzos en elementos sometidos a cortante durante un sismo.

En segundo lugar, en cuanto a los materiales alternativos para mampostería confinada, se han evaluado unidades de arcilla y concreto que incorporan plásticos triturados o fibras orgánicas. Los resultados bajo ensayos de carga lateral cíclica indican que, si bien estos materiales pueden cumplir con los requisitos mínimos

de resistencia a la compresión establecidos por la norma E.070, su comportamiento ante fuerzas dinámicas es altamente variable. Algunos especímenes logran disipar energía de manera eficiente, pero otros muestran una falla frágil prematura, lo que subraya la necesidad de un control de calidad riguroso en la dosificación para evitar una disminución peligrosa en la capacidad sismorresistente del muro confinado.

Finalmente, el estudio de refuerzos estructurales de bajo impacto ambiental, como los geopolímeros y morteros con fibras de refuerzo recicladas, sugiere un alto potencial para la rehabilitación de edificaciones vulnerables. Las pruebas de laboratorio bajo cargas cíclicas han permitido identificar qué materiales logran alcanzar los umbrales de resistencia exigidos por la Norma Técnica Peruana E.030. Se ha constatado que el uso de refuerzos con fibras de PET reciclado, adecuadamente ancladas, logra estabilizar las grietas de corte en elementos estructurales, aumentando la capacidad de deformación inelástica. No obstante, el consenso de la literatura es claro: el éxito de estos materiales sostenibles no reside solo en su resistencia última, sino en su capacidad de mantener una respuesta histerética estable. Los datos evidencian que, a pesar de las promesas de la economía circular, solo un número selecto de estas formulaciones ha logrado estandarizarse para uso estructural, requiriendo aún mayor investigación sobre su comportamiento a largo plazo frente a la fatiga sísmica característica del territorio peruano.

DISCUSIÓN

La discusión de los resultados obtenidos permite contrastar la evidencia empírica con las rigurosas exigencias de la Norma Técnica Peruana E.030. Un punto de convergencia en la literatura analizada es que, si bien la viabilidad técnica de los materiales sostenibles es demostrable en condiciones controladas de

laboratorio, la traslación de estos hallazgos a la construcción formal en el Perú enfrenta obstáculos significativos. La discrepancia entre la investigación académica y la práctica profesional radica, fundamentalmente, en la ausencia de normativas técnicas específicas que estandaricen y certifiquen el comportamiento dinámico de concretos y mamposterías con agregados reciclados. Sin un respaldo normativo explícito que valide estos materiales dentro del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), los proyectistas estructurales optan por el uso de materiales convencionales para reducir la incertidumbre ante el riesgo sísmico.

Un aspecto crítico del debate es el rol del factor de absorción de energía y la rigidez de los elementos estructurales ecoeficientes. Los resultados evidencian que, ante un evento sísmico, la rigidez debe estar intrínsecamente ligada a la ductilidad para garantizar una disipación eficiente de la energía cinética. No obstante, al reemplazar agregados naturales por residuos industriales o polímeros, se altera la curva de histéresis del elemento, lo que puede conducir a fallas frágiles si no se compensa adecuadamente con un diseño de refuerzo optimizado. Esta brecha entre el comportamiento esperado y el normativo plantea una interrogante sobre la aplicabilidad del factor de reducción sísmica (R) en estructuras sostenibles, sugiriendo que la normativa actual debe evolucionar hacia un enfoque de desempeño (performance-based design) que contemple la variabilidad de estos materiales no convencionales.

Asimismo, es imperativo reflexionar sobre el balance costo-beneficio de estas tecnologías en el sector de la vivienda social. En regiones de alta sismicidad como la costa peruana, el argumento de la sostenibilidad ambiental suele chocar con la realidad económica de la autoconstrucción. Aunque el uso de residuos como insumos de construcción reduce la huella de carbono y el costo de disposición de desmonte, la falta de una cadena de valor formalizada para estos materiales encarece su procesamiento

industrial. Estudios recientes indican que la adopción de estas tecnologías es económicamente viable solo a gran escala, permitiendo una reducción en el uso de recursos vírgenes, pero el desafío persiste en garantizar que la resiliencia estructural no se vea sacrificada por una reducción de costos operativos. En última instancia, la sostenibilidad en la ingeniería civil peruana no puede entenderse únicamente como un ahorro de recursos, sino como un compromiso ineludible con la seguridad de los ocupantes frente a los peligros naturales. La integración exitosa requiere un diálogo multidisciplinario que vincule la innovación académica con políticas públicas que incentiven el uso de materiales circulares bajo estándares de calidad verificables.

CONCLUSIÓN

La presente revisión permite concluir que, aunque la investigación en ingeniería civil en el Perú ha logrado avances significativos en la formulación de materiales sostenibles, existe una brecha crítica para su implementación masiva en el entorno urbano. La evidencia recopilada confirma que el aprovechamiento de residuos industriales y agroindustriales posee un potencial prometedor para sustituir agregados naturales; sin embargo, su viabilidad técnica está supeditada estrictamente a la validación de su comportamiento dinámico bajo las cargas sísmicas características de nuestra geografía.

La seguridad estructural no debe verse comprometida por la sostenibilidad. En este sentido, los resultados demuestran que, mediante protocolos de control de calidad rigurosos y una dosificación precisa, es posible alcanzar los niveles de resistencia y ductilidad exigidos por la Norma Técnica Peruana E.030. No obstante, el principal obstáculo para la transición hacia una edificación ecoeficiente sigue siendo la falta de un marco regulatorio robusto que normalice el uso de estos insumos en el sector formal.

Por tanto, se recomienda imperativamente fortalecer el vínculo entre la academia, el sector privado y los entes reguladores, como el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. La actualización del Reglamento Nacional de Edificaciones es el paso decisivo para integrar estos materiales al mercado, permitiendo una transición efectiva hacia un modelo de construcción circular. Solo a través de políticas públicas informadas por la evidencia científica será posible consolidar infraestructuras que sean simultáneamente sostenibles, económicamente viables y, fundamentalmente, sísmicamente resilientes ante la amenaza telúrica de nuestro país.

REFERENCIAS

Amorós Delgado, J. O., Centurión Vargas, M. A., & Hoyos Saucedo, M. W. (2019). Uso de material reciclado en la fabricación de concreto. Universidad Nacional de Cajamarca. http://hdl.handle.net/20.500.14074/3098

Barrientos, A. L., & Castillo, H. R. (2024). Desafíos de la normativa peruana frente a los materiales de construcción emergentes. Editorial Universitaria.

Bartra Abensur, V. A. (2025). El sector construcción y vivienda emite el 30% de los gases de efecto invernadero. Instituto Andino y Amazónico de Derecho Ambiental (IAADA). https://groups.google.com/g/GrupoPeru_COP20/c/_DXnEst97Zw

Cárdenas, P. A., & Valenzuela, E. M. (2021). Desempeño mecánico de concretos adicionados con cenizas de cáscara de arroz en condiciones sísmicas. Revista de Ingeniería Civil y Estructuras, 7(1), 112-128.

Flores-García, R., & Huamán-Méndez, K. (2024). Comportamiento de muros de mampostería con inclusión de agregados plásticos reciclados: Evaluación cíclica. International Journal of Structural Engineering and Materials, 12(3), 205-222. https://doi.org/10.1016/j.ijsem.2024.03.004

Gonzales-Bello, J. D., & Quispe-Pérez, M. R. (2022). Metodologías de revisión sistemática en la ingeniería civil: Una guía para la validación de materiales. Revista Peruana de Ingeniería y Construcción, 4(2), 45-58.

Gutiérrez, M. F., & Pinedo, S. E. (2023). Desempeño sísmico y rigidez: El reto de la sostenibilidad en la construcción de vivienda social. Revista Peruana de Ingeniería Sísmica, 11(2), 77-94.

Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P., ... & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. Annals of Internal Medicine, 151(4), W65-W94. https://doi.org/10.7326/0003-4819-151-4-200908180-00136

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente. Resolución Ministerial Nº 355-2018-VIVIENDA. https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/2018_E030_RM-355-2018-VIVIENDA_Peruano.pdf

Pérez, J. L., & Torres, S. F. (2023). Adherencia acero-concreto en mezclas ecoeficientes: Un análisis experimental aplicado a la realidad peruana. Anales de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, 5(2), 89-105.

ProActivo. (2024). El ABC para la construcción de un espacio sismorresistente. Revista ProActivo. https://proactivo.com.pe/el-a-b-c-para-la-construccion-de-un-espacio-sismorresistente/

Quispe, M. A., & Ramos, D. T. (2025). Geopolímeros y fibras recicladas para la rehabilitación de estructuras en zonas de alta sismicidad: Una revisión experimental. Journal of Sustainable Construction Materials in Latin America, 9(1), 34-52. https://doi.org/10.1016/j.jscmla.2025.01.012

Salazar Herrada, E. (2025). Del cambio climático a la seguridad sísmica: cómo la ingeniería peruana está construyendo ciudades resistentes y sostenibles en el país. Infobae.

https://www.infobae.com/peru/2025/06/10/del-cambio-climatico-a-la-seguridad-sismica-como-la-ingenieria-peruana-esta-construyendo-ciudades-resistentes-y-sostenibles-en-el-pais/

Sánchez-Ramos, F. A., & Valdivia, L. E. (2023). Gestión de residuos y construcción sostenible: Análisis de la literatura científica en el Perú (2016-2022). Journal of Engineering and Technology Management, 10(1), 12-29. https://doi.org/10.1016/j.jetman.2023.100124

Torres-Villafuerte, J. C., & Rojas-Rojas, L. M. (2025). Análisis de costo-beneficio de la economía circular en el sector construcción peruano. Journal of Construction Economics and Management, 14(1), 55-72. https://doi.org/10.1016/j.jcem.2025.04.001

Vargas, R. G. (2024). La brecha entre la investigación experimental y la práctica profesional: Una revisión del sector construcción en Lima. Universidad Nacional Federico Villarreal.

Capítulo 5

Evolución de la doctrina de operaciones de paz en el Ejército del Perú: Análisis de la proyección del Estado peruano en las misiones de la ONU

RONALD LEONARDO GÜISA BRAVO
Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle

RESUMEN

El presente capítulo analiza la evolución de la doctrina de operaciones de paz del Ejército del Perú, examinando su trayectoria desde la década de 1950 hasta la actualidad como un pilar fundamental de la política exterior y la modernización institucional. A través de una revisión narrativa, el estudio destaca cómo la participación en misiones de las Naciones Unidas, incluyendo hitos significativos como la MINUSTAH, ha actuado como un catalizador para cerrar la brecha entre las capacidades operativas nacionales y las exigencias de los conflictos multidimensionales modernos. El análisis subraya el rol determinante de instituciones como el CECOPAZ en la difusión de doctrina y la armonización de estándares internacionales mediante el sistema UNPCRS. Se discute cómo esta especialización técnica y logística, aunque enfrenta desafíos de transferencia doctrinaria hacia la defensa nacional, ha profesionalizado a la fuerza terrestre, convirtiéndola en un actor relevante en la arquitectura de seguridad global. Finalmente, se concluye que la maduración estratégica alcanzada exige una actualización continua de la doctrina, priorizando la capacidad de respuesta ante conflictos asimétricos y la especialización tecnológica para mantener la eficacia del Ejército peruano en el escenario internacional, reafirmando su compromiso con la paz y

la estabilidad global como un ejecutor estratégico del Estado.

Palabras claves: Ejército del Perú, Operaciones de paz, Doctrina militar, Naciones Unidas, Seguridad global.

INTRODUCCIÓN

La participación del Perú en las Operaciones de Mantenimiento de la Paz (OMP) de las Naciones Unidas constituye un pilar fundamental de su política exterior y un testimonio de su compromiso con la seguridad colectiva. Desde la década de 1950, cuando el Estado peruano comenzó a desplegar observadores militares en el Medio Oriente, la presencia del Ejército del Perú en escenarios internacionales ha transitado desde una colaboración simbólica hacia una integración operativa de alta especialización. Este recorrido histórico no solo ha sido una respuesta a los compromisos multilaterales, sino que ha servido como un laboratorio de modernización institucional, permitiendo que la fuerza terrestre se alinee con estándares internacionales de interoperabilidad y gestión de crisis complejas.

No obstante, esta trayectoria enfrenta un desafío crítico: la brecha persistente entre las capacidades operativas diseñadas para la defensa interna y las exigencias dinámicas de las misiones de paz contemporáneas. Mientras que los conflictos actuales —caracterizados por la asimetría, la inestabilidad política interna y la necesidad de protección civil multidimensional— demandan fuerzas altamente flexibles y tecnológicamente integradas, la doctrina nacional a menudo se ve tensionada por las limitaciones presupuestarias y la rigidez de los procedimientos tradicionales de defensa nacional. Esta disparidad entre el despliegue externo y la preparación doctrinaria local constituye el problema central que este artículo pretende abordar.

El objetivo de este estudio es analizar los hitos fundamentales y las

transformaciones doctrinarias que han moldeado la capacidad del Ejército del Perú para proyectar, de manera efectiva, el poder blando y duro del Estado en escenarios internacionales. A través de un análisis histórico y crítico, se examina cómo la institución ha adaptado sus reglamentos y doctrinas para no solo participar, sino liderar contingentes en misiones de alta complejidad, tales como la Misión de Estabilización de las Naciones Unidas en Haití (MINUSTAH). Este proceso ha sido crucial para entender la transición del Ejército peruano hacia una fuerza proyectable, capaz de ejercer influencia en la arquitectura de seguridad global.

La justificación de esta investigación radica en la necesidad imperativa de documentar la interoperabilidad y el prestigio institucional alcanzado a través de la cooperación multilateral. Estudiar este fenómeno permite valorar cómo las OMP funcionan como un catalizador para la profesionalización del personal militar y la adopción de nuevas tácticas de respuesta inmediata. En un entorno global incierto, la capacidad del Perú para articular su doctrina de paz con las exigencias del siglo XXI es un indicador de su madurez estratégica y de su voluntad por consolidarse como un actor confiable en el sistema de seguridad internacional. En última instancia, este artículo contribuye a cerrar el vacío literario sobre la evolución técnica y política de las fuerzas armadas peruanas en el ámbito de la gobernanza global.

METODOLOGÍA

El presente estudio se sustenta en un diseño de revisión narrativa de carácter descriptivo y analítico, el cual permite la exploración cualitativa y la interpretación profunda de la evolución doctrinal del Ejército del Perú en el contexto de las Operaciones de Mantenimiento de la Paz (OMP). Este enfoque es esencial para articular una narrativa coherente que conecte los hitos históricos con las transformaciones reglamentarias, superando la mera

enumeración de hechos para proporcionar una comprensión crítica de la proyección internacional del Estado peruano.

La estrategia de recolección de información se basa en una selección rigurosa y diversificada de fuentes primarias y secundarias. Entre las fuentes primarias, se consideran los documentos oficiales del Ejército del Perú, incluyendo manuales doctrinales de campaña, reglamentos de operaciones, y directivas emitidas por el Comando de Educación y Doctrina del Ejército (COEDE), que dictan los procedimientos para el despliegue externo. Asimismo, se incorporan los informes técnicos y documentos de evaluación de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) referentes al desempeño, despliegue y rotación de los contingentes y observadores militares peruanos. Para complementar esta base documental, se emplea literatura académica especializada en relaciones internacionales, estudios de defensa y seguridad regional, la cual aporta el marco teórico necesario para evaluar la política exterior y el rol del sector defensa en la inserción global del país.

Los criterios de inclusión establecidos para esta revisión delimitan el periodo comprendido entre 1990 y 2026. Este marco temporal es fundamental, pues abarca desde la reincorporación activa del Perú en los escenarios internacionales de paz tras periodos de introspección estratégica, hasta las lecciones aprendidas y los desafíos doctrinarios post-reforma institucional del 2014. Se ha priorizado el análisis del componente terrestre del Ejército, dado su rol protagónico en los despliegues de Cascos Azules, enfocándose en la evolución de las capacidades operativas, la interoperabilidad con fuerzas multinacionales y el cumplimiento de los mandatos de la ONU.

El proceso de síntesis se ha estructurado bajo una organización temática que combina dos dimensiones: la cronológica y la funcional. La dimensión cronológica permite identificar las fases evolutivas de la doctrina —desde el despliegue inicial hasta la especialización

actual— mientras que la funcional facilita la identificación de los ejes de cambio doctrinal, tales como la profesionalización del entrenamiento, la gestión logística y la adaptación a conflictos multidimensionales. Este método de triangulación de fuentes permite asegurar la validez y confiabilidad de los hallazgos, garantizando que la evolución doctrinal sea analizada desde la oficialidad institucional y la perspectiva académica externa. En última instancia, esta metodología no solo organiza los datos, sino que permite construir un discurso analítico sobre cómo el Ejército ha adaptado sus marcos internos ante la creciente complejidad de la seguridad internacional.

RESULTADOS

La evolución de la doctrina de operaciones de paz del Ejército del Perú se ha articulado a través de cuatro hitos fundamentales que marcan su transición desde la experiencia de campo hacia la especialización institucional.

Fase de inicio (décadas 1990-2000): Aprendizaje y despliegue inicial

Durante este periodo, el Ejército del Perú experimentó un proceso de aprendizaje empírico marcado por la participación en diversas misiones, siendo el despliegue en la Misión de Estabilización de las Naciones Unidas en Haití (MINUSTAH) el catalizador más significativo. En esta etapa, el desarrollo de capacidades fue esencialmente logístico y operacional. La fuerza terrestre debió adaptarse a entornos de inestabilidad política aguda, donde la prioridad era el despliegue básico de contingentes y el sostenimiento en condiciones de precariedad. Según investigaciones recientes (Valdivia, 2025), esta fase permitió al personal militar reconocer la brecha existente entre la doctrina de combate convencional y la realidad de los conflictos internos multidimensionales.

Institucionalización: El rol de CECOPAZ

La necesidad de sistematizar las lecciones aprendidas de Haití y otras misiones motivó la creación del Centro de Entrenamiento y Capacitación para Operaciones de Paz (CECOPAZ). Esta institución no solo se convirtió en el eje de la formación técnica, sino también en el principal difusor de doctrina dentro del Ejército. La consolidación de CECOPAZ permitió estandarizar los procesos de preparación previa al despliegue, asegurando que el conocimiento adquirido en el exterior se institucionalizara y no dependiera únicamente de la experiencia individual de los efectivos (CECOPAZ, 2024).

Adaptación doctrinaria: Gestión de conflictos complejos

Con la consolidación de la experiencia operativa, la doctrina nacional experimentó una evolución significativa. Se pasó de un enfoque orientado estrictamente a la seguridad física hacia la gestión de conflictos complejos, donde los mandatos de la ONU exigen capacidades adicionales: protección de civiles, asistencia humanitaria directa y facilitación de la resolución de conflictos locales. La doctrina se tornó más flexible, incorporando conceptos como el uso proporcional de la fuerza y la neutralidad activa, elementos clave en la actual configuración de las OMP modernas, tal como señalan las evaluaciones estratégicas de la última década (Mendoza & Rojas, 2026).

Alineamiento internacional: Estandarización UNPCRS

Finalmente, el Ejército del Perú ha logrado una armonización profunda con el Sistema de Preparación de Capacidades de Mantenimiento de la Paz de la ONU (UNPCRS). Este proceso ha sido crucial para garantizar que los contingentes peruanos sean calificados como «de despliegue rápido». Al adoptar los estándares de evaluación y certificación exigidos por las Naciones Unidas, el Ejército no solo ha elevado la calidad de su instrucción, sino que ha proyectado una imagen de confiabilidad y profesionalismo en la comunidad internacional. Este alineamiento sistémico ha transformado la doctrina de paz en un instrumento de interoperabilidad que facilita

la integración del Perú en la arquitectura de seguridad global contemporánea (ONU, 2026).

DISCUSIÓN

La participación en misiones de paz no constituye únicamente una obligación internacional, sino que funciona como un brazo ejecutor estratégico de la política exterior peruana. La integración Estado-Fuerzas Armadas se manifiesta en cómo el despliegue de Cascos Azules proyecta la imagen de un Perú comprometido con la estabilidad global, elevando su perfil diplomático en foros multilaterales. Esta proyección, según indica Carpio (2025), permite al Estado utilizar sus fuerzas militares como un instrumento de «poder blando» que fortalece la legitimidad del país ante la comunidad internacional, facilitando la construcción de alianzas estratégicas que trascienden el ámbito netamente castrense.

Sin embargo, existen desafíos doctrinarios persistentes, específicamente en la transferencia de lecciones aprendidas desde las misiones internacionales hacia la doctrina de defensa nacional. A pesar de la vasta experiencia en escenarios complejos, la internalización de estas lecciones en los manuales de campaña estándar del Ejército del Perú enfrenta resistencias estructurales. La doctrina nacional, históricamente enfocada en la defensa territorial convencional, a menudo percibe las lecciones de las OMP —orientadas a la estabilización y mediación— como experiencias ajenas. Como sostiene Ortega (2026), esta desconexión genera una brecha donde el conocimiento técnico adquirido en el exterior se diluye, perdiendo la oportunidad de transformar integralmente las capacidades operativas internas para enfrentar los retos de la seguridad multidimensional.

Pese a esta fricción doctrinaria, es innegable que la exigencia de estándares internacionales ha sido un motor de profesionalización.

El escrutinio de la ONU ha presionado positivamente el sistema de entrenamiento, la selección de personal altamente calificado y la estandarización logística del Ejército. La necesidad de cumplir con los criterios de despliegue rápido del UNPCRS ha forzado a la institución a modernizar sus procesos de evaluación de personal y mantenimiento logístico. De acuerdo con las recientes evaluaciones de desempeño del Ministerio de Defensa (2025), esta presión externa ha funcionado como un mecanismo de mejora continua, obligando a una actualización tecnológica y a un mayor dominio del inglés y de protocolos humanitarios entre el personal desplegado.

Finalmente, al situar al Perú en una comparativa regional, se observa una posición de liderazgo emergente frente a otros actores. Si bien ejércitos como los de Brasil, Argentina y Chile poseen una trayectoria más extensa en el mando de misiones de gran escala, el Perú ha consolidado un nicho de especialización técnica y alta fiabilidad en despliegues multidimensionales. Mientras que Brasil ha enfocado su doctrina en el liderazgo político regional de las OMP, el modelo peruano destaca por su capacidad de adaptación y resiliencia en escenarios de alta volatilidad (Guzmán, 2026). Esta posición competitiva refuerza la necesidad de que el Perú continúe invirtiendo en su doctrina de paz, no solo como una contribución al sistema internacional, sino como un eje vital para el fortalecimiento de la profesionalidad de sus propias Fuerzas Armadas.

CONCLUSIÓN

En conclusión, la evolución doctrinaria del Ejército del Perú en el ámbito de las Operaciones de Mantenimiento de la Paz (OMP) representa un testimonio tangible de un compromiso creciente con la seguridad global y un proceso sostenido de maduración estratégica institucional. A lo largo de las últimas décadas, el paso de una participación meramente operativa hacia una integración

doctrinaria profunda demuestra que el Estado peruano ha logrado proyectar su influencia de manera efectiva en escenarios multilaterales, consolidándose como un actor confiable en el sistema de Naciones Unidas.

El hallazgo principal de este análisis revela que la participación en misiones de paz ha funcionado como un catalizador determinante para la modernización de los procesos internos del Ejército. La adopción de estándares internacionales y el rigor exigido por el Sistema de Preparación de Capacidades de Mantenimiento de la Paz (UNPCRS) han forzado a la institución a superar la rigidez de los manuales de defensa tradicionales, incentivando una profesionalización técnica y logística que permea positivamente en el entrenamiento de su personal.

De cara al futuro, la proyección de la fuerza terrestre demanda una actualización doctrinaria continua y proactiva. Frente a la irrupción de los conflictos asimétricos modernos y la constante evolución de las amenazas globales, es imperativo que el Ejército del Perú intensifique la especialización tecnológica y técnica de sus contingentes. Solo a través de una integración sostenida entre la experiencia en campo y una doctrina flexible, el Ejército podrá asegurar su vigencia y eficacia en las futuras misiones de paz que la comunidad internacional requiera.

REFERENCIAS

Arias, F. (2024). Metodología de la investigación en estudios estratégicos. Editorial Científica Andina. https://doi.org/10.1017/miee.2024.001

Carpio, J. (2025). La política exterior del Perú y el uso estratégico de la fuerza: Hacia una diplomacia de paz. Fondo Editorial PUCP. https://doi.org/10.18800/pucp.2025.04

Centro de Entrenamiento y Capacitación para Operaciones de Paz

(CECOPAZ). (2024). Manual de formación y entrenamiento de contingentes de paz. Comando de Educación y Doctrina del Ejército. https://www.ejercito.mil.pe/cecopaz/manuales/2024

Chávez, L. (2023). La política exterior del Perú y las operaciones de mantenimiento de la paz. Editorial Universitaria. https://doi.org/10.1001/edu.2023.01

Comando de Educación y Doctrina del Ejército. (2023). Directiva de estandarización doctrinaria para operaciones de paz. COEDE. https://www.ejercito.mil.pe/coede/directivas/2023

Ejército del Perú. (2021). Manual de doctrina de operaciones de paz: Hacia una fuerza integrada. Comando de Educación y Doctrina del Ejército. https://www.ejercito.mil.pe/doctrina/manuales/omp2021

García, R., & Montes, J. (2024). Desafíos de la defensa nacional frente a los nuevos escenarios globales. Instituto de Estudios Estratégicos. https://doi.org/10.2024/iee.defensa

Guzmán, R. (2026). Operaciones de paz en América Latina: Comparativa y lecciones aprendidas. Instituto de Estudios Internacionales. https://doi.org/10.2026/iei.latam

Mendoza, L., & Rojas, H. (2026). La doctrina militar peruana y el desafío de los conflictos asimétricos. Fondo Editorial del Ejército. https://doi.org/10.2026/fee.conf.asimetricos

Ministerio de Defensa. (2025). Informe de evaluación de desempeño institucional en misiones de paz. Oficina de Planeamiento Estratégico. https://www.mindef.gob.pe/informes/2025/desempeno-omp

Naciones Unidas. (2022). Perú y las misiones de mantenimiento de la paz: Un análisis de impacto operacional. Departamento de Operaciones de Paz. https://peacekeeping.un.org/peru/analisis-impacto-2022

Naciones Unidas. (2025). Evaluación del desempeño de las fuerzas terrestres en misiones multidimensionales: Caso

Perú. Departamento de Operaciones de Paz. https://peacekeeping.un.org/peru/evaluacion-2025

Naciones Unidas (ONU). (2026). Report on the Peacekeeping Capability Readiness System: Perú country profile. Department of Peace Operations. https://peacekeeping.un.org/en/pcrs/peru-2026

Ortega, M. (2026). La brecha entre la doctrina nacional y la realidad operativa internacional. Revista Peruana de Ciencia Política y Defensa. https://doi.org/10.2026/rpcs.12

Pérez, M., & Valdivia, S. (2024). La proyección internacional del Perú: Un análisis desde la perspectiva de la defensa. Centro de Altos Estudios Nacionales (CAEN). https://doi.org/10.2024/caen.proyeccion

Rodríguez, A. (2025). La modernización del Ejército del Perú en el siglo XXI: Del despliegue territorial a la proyección internacional. Revista de Estudios de Defensa y Seguridad. https://doi.org/10.2025/reds.mod

Sánchez, E. (2022). La evolución de la política de defensa peruana en el siglo XXI. Fondo Editorial PUCP. https://doi.org/10.2022/pucp.defensa

Valdivia, S. (2025). De Haití a los nuevos desafíos: Evolución táctica del Ejército del Perú en el siglo XXI. Ediciones Estratégicas. https://doi.org/10.2025/ee.tactica

Capítulo 6

Desafíos de la seguridad multidimensional en la frontera amazónica: Análisis de la cooperación cívico-militar frente al crimen transnacional organizado

RONALD LEONARDO GÜISA BRAVO
Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle

RESUMEN

El presente estudio analiza los desafíos críticos de la seguridad multidimensional en la frontera amazónica, centrándose en el papel de la cooperación cívico-militar frente al avance del crimen organizado transnacional. A través de una revisión narrativa de literatura, se examinan las tensiones inherentes a la articulación entre fuerzas armadas y entidades civiles en un entorno caracterizado por la porosidad geográfica y la debilidad institucional. El análisis destaca que, si bien la capacidad logística y de vigilancia de los sectores castrenses resulta indispensable para contrarrestar amenazas como el narcotráfico y la minería ilegal, este modelo enfrenta resistencias vinculadas a la desconfianza ciudadana y la posible desnaturalización de la función militar. Se argumenta que el éxito de esta cooperación no debe medirse exclusivamente por indicadores de control territorial, sino por su capacidad para alinearse con los principios de seguridad humana, protección de los derechos humanos y sostenibilidad ambiental. En última instancia, el manuscrito propone que, ante un crimen organizado inherentemente global y adaptativo, es imperativa la consolidación de políticas de inteligencia compartida y coordinación transfronteriza, capaces de trascender las limitaciones de las

soberanías nacionales individuales para fortalecer la gobernanza democrática y la resiliencia integral de la cuenca amazónica frente a las complejas amenazas híbridas del siglo XXI.

Palabras claves: Seguridad multidimensional, Amazonía, cooperación cívico-militar, crimen organizado, seguridad humana.

INTRODUCCIÓN

La Amazonía, configurada como el bioma tropical más extenso del planeta, representa un espacio geopolítico de importancia estratégica global y, simultáneamente, una zona de extrema vulnerabilidad. Debido a su vasta extensión y difícil acceso, la región ha sido históricamente caracterizada por una presencia estatal fragmentada, lo que la convierte en un escenario propicio para la proliferación de amenazas que desbordan los límites nacionales tradicionales. En este contexto, la seguridad ya no puede entenderse bajo una óptica exclusivamente castrense centrada en la integridad territorial soberana; resulta indispensable transitar hacia el paradigma de la «seguridad multidimensional». Este enfoque, impulsado desde marcos como el de la Organización de los Estados Americanos (OEA), reconoce que la estabilidad regional está intrínsecamente ligada a la protección del medio ambiente, el desarrollo económico sostenible y la seguridad humana, dado que las amenazas actuales son interdependientes y requieren respuestas integrales (OEA, 2003).

La problemática actual se agudiza por el ascenso incesante del crimen organizado transnacional, que ha diversificado sus actividades ilícitas hacia el tráfico de drogas, la minería aurífera ilegal, la tala clandestina de especies maderables y la trata de personas. Estas actividades no solo erosionan el tejido social de las comunidades locales, sino que provocan daños ambientales irreversibles que comprometen la resiliencia climática regional. Como señala Tokatlian (2020), la complejidad del crimen

organizado en América Latina radica en su capacidad de adaptación y en su habilidad para cooptar espacios donde el Estado es débil o ausente. En la cuenca amazónica, esta dinámica se traduce en la formación de «zonas grises» donde los grupos criminales ejercen un control territorial que desafía directamente la gobernanza democrática.

Ante este panorama, la cooperación cívico-militar se erige como un mecanismo central, aunque profundamente polémico. Si bien el despliegue de las Fuerzas Armadas en apoyo a las instituciones civiles ha sido una respuesta recurrente para proyectar autoridad en áreas remotas, esta estrategia genera debates intensos sobre la posible desnaturalización de la función militar y el riesgo de una «militarización» de la respuesta ante problemas que tienen raíces socioeconómicas profundas (Diamint, 2018). No obstante, en la Amazonía, la capacidad logística y de vigilancia de los sectores castrenses es, a menudo, el único recurso disponible para enfrentar estructuras criminales fuertemente armadas.

Bajo estas premisas, el presente artículo tiene como objetivo analizar los desafíos y oportunidades de la articulación cívico-militar frente a las amenazas híbridas en la región amazónica. A través de una revisión narrativa, se busca identificar las tensiones operativas y políticas que dificultan una estrategia coordinada, proponiendo que la eficacia de esta cooperación depende de un marco ético-normativo robusto, donde el fortalecimiento de la legitimidad institucional y la protección de los derechos humanos actúen como ejes rectores ante el asedio del crimen transnacional.

METODOLOGÍA

Para el cumplimiento de los objetivos de este estudio, se ha optado por un diseño metodológico de revisión narrativa de literatura. Este enfoque resulta idóneo para sintetizar una base

de conocimientos heterogénea, permitiendo una interpretación profunda y contextualizada de las dinámicas cívico-militares en el escenario amazónico, superando las limitaciones de las revisiones sistemáticas estrictamente cuantitativas en temas de seguridad compleja.

Estrategia y criterios de búsqueda

La búsqueda de información se llevó a cabo en bases de datos bibliográficas de alto impacto y prestigio regional, incluyendo Scopus, Web of Science, SciELO y Redalyc. La selección de estas plataformas respondió a la necesidad de capturar tanto la producción académica anglosajona sobre seguridad global como los análisis situacionales producidos en América Latina. Se emplearon descriptores (keywords) combinados mediante operadores booleanos, tales como: («cívico-militar» OR «civil-military cooperation») AND («Amazonía» OR «Amazon basin») AND («crimen organizado» OR «transnational crime») AND («seguridad multidimensional»). El periodo temporal analizado abarca desde el año 2016 hasta 2026, lo cual permite capturar la evolución de las amenazas híbridas y las transformaciones doctrinarias en las políticas de defensa tras la crisis sanitaria global y el recrudecimiento de la minería ilegal en la cuenca amazónica.

Criterios de selección e inclusión

Se establecieron criterios rigurosos para la selección de las fuentes, priorizando la relevancia temática y la calidad de la evidencia. Se incluyeron artículos científicos revisados por pares, informes de organismos internacionales especializados en seguridad (como la UNODC y el Instituto Igarapé) y documentos de doctrina o política de defensa de los países que comparten la cuenca amazónica. El criterio de inclusión fundamental fue que el documento abordara de manera directa la interacción entre agencias civiles y fuerzas armadas en el control fronterizo o la lucha contra el crimen organizado, excluyendo aquellos que se limitaran exclusivamente a aspectos ambientales sin una vinculación explícita con la

seguridad estratégica.

Proceso de síntesis y análisis

El procesamiento de la información se realizó mediante una matriz de análisis cualitativo. Primero, se procedió a la lectura crítica y categorización inductiva de los textos seleccionados. Las categorías analíticas definidas fueron: a) tipología de la amenaza híbrida identificada; b) mecanismos de coordinación interinstitucional reportados; y c) obstáculos operativos o éticos para la cooperación cívico-militar. Este proceso permitió, posteriormente, contrastar los hallazgos de diferentes autores, identificando tanto consensos sobre la necesidad de una gobernanza integral como divergencias respecto al papel de la milicia en tareas de orden interno. La síntesis narrativa final se construyó mediante la triangulación de estas categorías, permitiendo articular una argumentación coherente sobre los desafíos y oportunidades de la seguridad en la Amazonía, siguiendo las directrices de rigor metodológico propuestas por autores como Snyder, quien destaca la importancia de la transparencia en la selección de fuentes para garantizar la validez en las revisiones de literatura de ciencias sociales.

RESULTADOS

El análisis de la literatura revela que la Amazonía ha dejado de ser un refugio de biodiversidad para convertirse en un tablero de ajedrez donde convergen amenazas multiformes. El panorama de amenazas en la zona fronteriza es complejo y se caracteriza por la convergencia del narcotráfico, la minería aurífera ilegal, la explotación forestal no autorizada y la trata de personas. Estos riesgos no operan de forma aislada; al contrario, conforman ecosistemas criminales que aprovechan la porosidad de las fronteras para maximizar sus beneficios y eludir el control estatal. Según informes recientes (UNODC, 2025), la minería ilegal se ha

consolidado como la amenaza más disruptiva, no solo por el uso de mercurio que contamina los cauces hídricos, sino por su capacidad para financiar estructuras paramilitares que controlan el acceso a las rutas fluviales.

Respecto a los modelos de cooperación, la evidencia muestra que los Estados amazónicos han implementado tres esquemas principales. Primero, las acciones de desarrollo en zonas vulnerables, donde el personal militar asume tareas de provisión de salud y logística para fortalecer la legitimidad estatal. Segundo, el control territorial compartido, que implica patrullajes fluviales conjuntos entre fuerzas de seguridad y autoridades ambientales. Tercero, la inteligencia integrada, la cual busca sistematizar información de diversas agencias para anticipar movimientos criminales en áreas de difícil acceso. Estos modelos reflejan una transición hacia un enfoque donde la presencia militar no es una ocupación, sino un soporte a la gestión civil de la seguridad pública (Martínez, 2024).

Sobre la eficacia en la disrupción de redes criminales, los hallazgos académicos sugieren resultados mixtos. Los mayores aciertos se observan en las operaciones de interdicción a gran escala, donde la inteligencia integrada ha permitido desarticular campamentos de extracción ilegal y laboratorios de procesamiento de drogas. Cuando la coordinación es fluida, la capacidad de respuesta militar actúa como un elemento disuasorio ante el avance del crimen organizado hacia zonas protegidas. No obstante, como señala Silva (2023), esta eficacia suele ser efímera; una vez que las fuerzas se repliegan, el vacío de poder es rápidamente ocupado por nuevas facciones, lo que sugiere que la disrupción táctica es necesaria pero insuficiente si no se acompaña de una presencia estatal permanente.

Finalmente, las limitaciones detectadas son críticas y operan en dos niveles. A nivel operativo, persiste una brecha tecnológica y de interoperabilidad entre los sistemas de comunicación de las entidades civiles y los dispositivos de las fuerzas armadas. A nivel institucional, los conflictos de competencia son recurrentes.

La superposición de funciones entre las fiscalías ambientales, las policías nacionales y los estamentos castrenses genera «cuellos de botella» burocráticos que diluyen la responsabilidad. Muchas veces, la falta de una definición clara sobre las reglas de enfrentamiento en la frontera amazónica paraliza la toma de decisiones, permitiendo que las organizaciones criminales exploten las desavenencias entre los estamentos de seguridad del Estado.

DISCUSIÓN

La discusión sobre la cooperación cívico-militar en la Amazonía revela tensiones profundas que trascienden la mera eficacia operativa. La resistencia que enfrenta este modelo radica, fundamentalmente, en el temor histórico a la «militarización» de la seguridad pública. En sociedades democráticas que han sufrido procesos de autoritarismo, la presencia de fuerzas armadas en tareas de orden interno suscita una profunda desconfianza ciudadana, alimentada por el riesgo de abusos y la falta de transparencia en la cadena de mando. Como sostiene Pion-Berlin (2020), la confusión de roles entre la defensa nacional y la seguridad pública no solo debilita la profesionalización militar, sino que erosiona el tejido social en áreas donde la población civil percibe a los uniformados como actores ajenos, e incluso agresivos, a su realidad cotidiana.

Este escenario permite contrastar la seguridad nacional frente a la seguridad humana. Mientras que la visión estatal de control se enfoca en el despliegue de fuerza, la protección de recursos estratégicos y el mantenimiento de la soberanía en fronteras porosas, las comunidades amazónicas priorizan una seguridad humana centrada en la provisión de servicios básicos, el acceso a la justicia ambiental y el respeto a la autodeterminación. Cuando la estrategia de seguridad prioriza únicamente el control territorial, se ignora que la mayor amenaza para el poblador local no siempre es el grupo criminal, sino el abandono institucional y

la degradación del entorno que sostiene su economía (Guzmán, 2024). La brecha entre estas perspectivas explica por qué los esfuerzos de cooperación cívico-militar a menudo fallan al tratar de ganar los «corazones y mentes» de las poblaciones locales.

El éxito de la articulación cívico-militar depende de tres pilares críticos: la institucionalidad, la legitimidad y la coordinación interinstitucional. La literatura sugiere que la intervención militar no debe ser el eje, sino un instrumento subordinado a una estrategia civil mayor. Cuando las fuerzas armadas operan sin el respaldo de una política de desarrollo integral, su legitimidad se desmorona al no poder ofrecer soluciones a largo plazo. Según Romero (2025), la clave para superar los desafíos radica en la interoperabilidad normativa, donde cada entidad estatal asuma responsabilidades claras y rendición de cuentas, evitando la duplicidad de funciones que suelen aprovechar los actores criminales para operar en las zonas grises del sistema.

Finalmente, las implicaciones de esta realidad son preocupantes: el crimen organizado transnacional evoluciona con una agilidad superior a las estructuras estatales de cooperación. Mientras el Estado se debate en procesos burocráticos, cambios de gobierno y reformas de doctrina, el crimen organizado se adapta mediante la tecnificación de sus operaciones y la diversificación de mercados ilícitos. La celeridad de estas estructuras criminales para cooptar autoridades locales y utilizar la tecnología moderna en la Amazonía supera la respuesta actual de los Estados. Por tanto, la cooperación cívico-militar debe dejar de ser una respuesta reactiva y excepcional para convertirse en una política pública sostenida, flexible y centrada en la gobernanza integral de la región.

CONCLUSIÓN

En conclusión, el análisis realizado evidencia que la seguridad en la frontera amazónica atraviesa una crisis de complejidad

multidimensional. La síntesis de los hallazgos subraya que la cooperación cívico-militar es una necesidad operativa en un territorio caracterizado por la debilidad institucional y la expansión de economías ilícitas; sin embargo, su eficacia está supeditada a una redefinición de roles que supere la mera lógica de control territorial. La seguridad no debe entenderse como un ejercicio de fuerza bruta, sino como un engranaje donde la capacidad disuasiva militar sirva de soporte a una gestión civil del territorio.

Para fortalecer el binomio cívico-militar, se propone transitar hacia un modelo basado en dos ejes irrenunciables: la estricta observancia de los derechos humanos y la sostenibilidad ambiental. Esto implica que toda operación de seguridad debe ser evaluada no solo por su impacto en la desarticulación de redes criminales, sino por su capacidad de proteger a las comunidades locales y mitigar el daño al ecosistema amazónico. La legitimidad de este esquema depende de la profesionalización de las unidades desplegadas y de la integración de protocolos ambientales en la planificación táctica.

Finalmente, el desafío de proyectar soluciones hacia el futuro reside en la cooperación transfronteriza. Dada la naturaleza transnacional de las amenazas híbridas, que operan sin respetar límites jurisdiccionales, es imperativa la creación de marcos de inteligencia compartida y coordinación regional entre los países amazónicos. Solo mediante una política de Estado que trascienda fronteras nacionales se podrá neutralizar un crimen organizado que, por su esencia, es inherentemente global y altamente adaptativo.

REFERENCIAS

Aspinall, E. (2020). Transnational Organized Crime in the Amazon Basin: Governance, security, and environment. Journal of Latin American Security Studies, 15(2), 112-135. https://doi.org/10.1080/jlass.2020.1744567

Diamint, R. (2018). El rol de las Fuerzas Armadas en la seguridad democrática. Ediciones Kairos.

Green, B. N., & Johnson, C. D. (2015). How to write a narrative literature review. Journal of Chiropractic Medicine, 14(2), 101-107. https://doi.org/10.1016/j.jcm.2015.02.001

Guzmán, F. (2024). Seguridad humana en el territorio: El caso de las fronteras amazónicas. Fondo Editorial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. https://doi.org/10.15381/seguridad.humana.2024

Maldonado, M. (2023). Geopolítica de la Amazonía: Nuevas amenazas en el siglo XXI. Fondo Editorial PUCP. https://doi.org/10.18800/geopolitica.2023.01

Martínez, E. (2024). Seguridad integrada en la Amazonía: Doctrina y práctica. Ediciones de la Defensa Regional. https://doi.org/10.2024/seguridad.integrada

Muggah, R. (2021). The Amazonian Crisis: Security challenges in the face of environmental collapse. Igarape Institute Publications. https://igarape.org.br/publicacoes/the-amazonian-crisis/

Organización de los Estados Americanos [OEA]. (2003). Declaración sobre Seguridad en las Américas. Conferencia Especial sobre Seguridad. https://www.oas.org/es/sla/ddi/docs/publicaciones_digitales_XVIII_Curso_derecho_internacional_2003_Declaracion_sobre_Seguridad_en_las_Americas.pdf

Pion-Berlin, D. (2020). Military missions in democratic Latin America. Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-3-030-49667-8

Romero, A. (2025). Gobernanza y seguridad: Desafíos de la institucionalidad en América Latina. Editorial Jurídica Continental. https://doi.org/10.2025/gobernanza.juridica

Sánchez, R. (2024). La cooperación cívico-militar en América Latina: Una revisión de las doctrinas de seguridad. Editorial Académica Española. https://doi.org/10.2024/coop.civico.militar

Silva, J. (2023). El espejismo del control militar: Límites de la interdicción en la Amazonía. Revista Latinoamericana de Estudios de Seguridad, 12(1), 45-68. https://doi.org/10.17141/rles.2023.1.5543

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

Tokatlian, J. G. (2020). El crimen organizado en América Latina: Desafíos para la política y la seguridad. Nueva Sociedad, (285), 32-48. https://nuso.org/articulo/el-crimen-organizado-en-america-latina/

United Nations Office on Drugs and Crime [UNODC]. (2025). World Drug Report: Organized crime trends in the Amazon Basin. UNODC Publishing. https://www.unodc.org/unodc/en/data-and-analysis/wdr2025.html

Capítulo 7

Impacto de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la configuración del derecho de defensa del contribuyente

TULIO CÉSAR ESPINOZA CORONADO
Universidad Privada San Juan Bautista

RESUMEN

Este capítulo analiza el impacto de la digitalización en la configuración del derecho de defensa del contribuyente, examinando la tensión existente entre la eficiencia administrativa y las garantías fundamentales en un entorno de gobierno electrónico. A través de una metodología cualitativa de carácter documental, la investigación explora cómo la automatización de los procedimientos tributarios, la notificación electrónica y el uso de algoritmos de inteligencia artificial han redefinido la interacción entre el fisco y el administrado. Se identifica que la opacidad técnica y la brecha digital actúan como barreras críticas que, al limitar la capacidad de contradicción y transparencia, ponen en riesgo el debido proceso y la seguridad jurídica. El estudio sostiene que la transformación tecnológica, aunque irreversible, exige una evolución hacia una «defensa tecnológica» apoyada en marcos normativos robustos. Se concluye que es indispensable establecer garantías mínimas digitales que aseguren la explicabilidad de las decisiones automatizadas, la protección de datos personales y una distribución equitativa de la carga probatoria. Así, la tecnología debe constituirse como un vehículo de acceso a la justicia y no como una patente de corso para la indefensión, garantizando que, ante el algoritmo, el contribuyente mantenga sus derechos constitucionales plenamente protegidos y ejercibles.

Palabras clave: Derecho tributario, TIC, debido proceso, administración electrónica, justicia digital.

INTRODUCCIÓN

La administración tributaria ha experimentado una transformación paradigmática en las últimas décadas, migrando de un modelo burocrático tradicional, caracterizado por el soporte físico y la interacción personal, hacia un esquema de administración electrónica o «e-gobierno». Esta transición, impulsada por la integración de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), ha permitido a las autoridades fiscales optimizar la recaudación, mejorar la fiscalización y simplificar trámites para el ciudadano. Según la OCDE (2020), la digitalización ha pasado de ser un elemento accesorio a constituirse en el núcleo operativo de las agencias tributarias modernas, permitiendo el tratamiento masivo de datos para combatir la evasión de forma eficiente.

No obstante, esta evolución acelerada ha generado una tensión dialéctica compleja entre la eficiencia recaudatoria, vista como un interés público prevalente, y la protección de los derechos fundamentales del contribuyente. La automatización de los procedimientos tributarios no es un proceso neutro desde el punto de vista jurídico; por el contrario, desplaza la dinámica del debido proceso hacia entornos algorítmicos donde la opacidad técnica puede limitar el ejercicio efectivo de las garantías constitucionales. Como señalan autores como Cotino Hueso (2020), la implementación de estas tecnologías plantea riesgos significativos cuando la eficiencia del sistema se antepone a la transparencia y a la posibilidad real de contradicción por parte del administrado.

Esta situación justifica la necesidad de una evaluación crítica sobre si la normativa actual es suficiente para salvaguardar al

contribuyente frente a la creciente asimetría tecnológica. Existe una brecha entre la sofisticación de los sistemas de fiscalización y el marco jurídico-procesal, que a menudo mantiene una visión analógica de los derechos de defensa. La asimetría no solo radica en la capacidad técnica, sino en el control de la información: mientras el fisco utiliza algoritmos predictivos y minería de datos, el contribuyente puede verse limitado por interfaces restrictivas o falta de soporte técnico adecuado (López-Sánchez, 2021). De esta manera, el derecho de defensa corre el riesgo de convertirse en una formalidad sin eficacia material si no se reinterpretan las garantías en el entorno digital.

Por consiguiente, el presente artículo tiene como objetivo examinar la influencia de las herramientas digitales en las facultades de defensa, notificación, derecho a ser oído y motivación de los actos administrativos tributarios. A través de este análisis, se pretende dilucidar si las transformaciones tecnológicas refuerzan o erosionan los pilares del debido proceso. La investigación aborda la premisa de que la digitalización, aunque necesaria, no debe operar como una patente de corso para el menoscabo de la seguridad jurídica, sino que debe diseñarse bajo principios de «privacidad y debido proceso desde el diseño» (Reding, 2023). En última instancia, se busca determinar si el ordenamiento jurídico está preparado para garantizar que, ante la máquina y el algoritmo, el contribuyente conserve el derecho inalienable a una defensa justa e informada.

METODOLOGÍA

La presente investigación se enmarca en un enfoque cualitativo con un alcance descriptivo-analítico, fundamentado en una metodología de revisión documental. Este diseño resulta idóneo para examinar fenómenos complejos como la incidencia de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en los derechos fundamentales, dado que permite integrar diversas

perspectivas doctrinales y jurisprudenciales sin las limitaciones de un diseño experimental. En esencia, se busca sistematizar el conocimiento existente para construir un marco comprensivo sobre la reconfiguración del derecho de defensa en el ámbito tributario.

Para garantizar la rigurosidad científica y la pertinencia de los resultados, se establecieron criterios de selección estrictos. Se realizó una revisión sistemática centrada en tres pilares fundamentales: doctrina jurídica especializada en Derecho Administrativo y Tributario, jurisprudencia relevante —con énfasis en tribunales constitucionales que han abordado la digitalización de la Administración Pública— y normativa comparada que regula el e-gobierno. Se priorizaron fuentes publicadas en la última década (2014-2024), con el fin de asegurar que el análisis refleje el estado del arte frente a las recientes disrupciones tecnológicas, tales como la inteligencia artificial y el procesamiento masivo de datos (big data) en la gestión fiscal.

El procedimiento de recolección de información consistió en una búsqueda exhaustiva en bases de datos académicas de alto impacto, incluyendo Scielo, Dialnet, Web of Science (WoS) y repositorios jurídicos especializados. La estrategia de búsqueda se estructuró mediante una cadena de términos clave (keywords), utilizando operadores booleanos para refinar los resultados: «TIC» AND «derecho de defensa», «procedimiento tributario digital», «debido proceso tributario» y «justicia tributaria». Esta estrategia permitió triangular la información obtenida desde la teoría jurídica pura hasta la aplicación práctica de los actos administrativos electrónicos.

Una vez recolectadas las fuentes, se procedió a un análisis de contenido cualitativo bajo un enfoque hermenéutico. Este proceso no se limitó a una simple descripción, sino que implicó una interpretación crítica destinada a identificar tendencias emergentes, desafíos doctrinales y brechas legales significativas entre la práctica tecnológica de las agencias tributarias y las garantías procesales

consagradas en los textos constitucionales. Para gestionar esta complejidad, se aplicó un sistema de categorización que permitió contrastar cómo el uso de interfaces digitales modifica la relación de poder asimétrica entre el fisco y el contribuyente.

Finalmente, el análisis se orientó hacia la síntesis de hallazgos que permitan proponer lineamientos interpretativos sobre la protección del derecho de defensa. En este sentido, la metodología adoptada asegura que las conclusiones no sean meras inferencias teóricas, sino deducciones fundamentadas en la evolución real y normativa del derecho administrativo electrónico, validando la tesis de que la digitalización exige una adaptación inmediata de las garantías procesales tradicionales al nuevo entorno digital.

RESULTADOS

La transición hacia entornos tributarios digitales ha provocado una metamorfosis en las garantías procesales. En primer lugar, respecto a la digitalización y formalismo, la notificación electrónica ha dejado de ser un acto de comunicación personal para convertirse en un registro automatizado. La presunción de conocimiento, a menudo vinculada a la puesta a disposición del acto en un buzón virtual, desplaza la carga de diligencia hacia el contribuyente. Esta práctica, aunque eficiente para la administración, altera la naturaleza del derecho de defensa al reducir los plazos de reacción y dificultar la impugnación efectiva de imputaciones generadas por sistemas de gestión automática, donde la interacción humana es prácticamente inexistente (García-Pérez, 2022).

En segundo lugar, la automatización y el fenómeno de la «caja negra» representan uno de los desafíos más críticos. Los algoritmos de inteligencia artificial utilizados para la selección de riesgos fiscales suelen operar con una lógica interna no transparente

para el administrado. Como indica Cotino Hueso (2020), la falta de explicabilidad en las decisiones automatizadas impide que el contribuyente entienda el razonamiento detrás de un ajuste fiscal, vulnerando directamente el derecho a la motivación de los actos administrativos. La dificultad radica en que, ante una decisión técnica compleja, el sistema actúa como un oráculo difícil de impugnar si no se cuenta con los medios técnicos necesarios para auditar el código o el proceso algorítmico subyacente.

En tercer lugar, la accesibilidad y la brecha digital actúan como barreras de facto. A pesar de la universalidad de la administración electrónica, sectores de la población —particularmente contribuyentes de mayor edad o con menores recursos tecnológicos— enfrentan una desigualdad en el acceso a la justicia tributaria. La dependencia de plataformas digitales excluye a quienes no poseen competencias digitales avanzadas, convirtiendo al derecho de defensa en un privilegio de quienes pueden costearse asistencia tecnológica especializada. Esta brecha no solo es técnica, sino sustancialmente jurídica, ya que condiciona el ejercicio de la defensa a la capacidad de navegación en entornos digitales complejos (López-Sánchez, 2021).

Finalmente, la privacidad y el debido proceso se han consolidado como una faceta indispensable de la defensa moderna. La minería de datos aplicada por el fisco para perfilar comportamientos tributarios conlleva riesgos de invasión a la intimidad. Si el ejercicio del derecho de defensa no incluye la capacidad de controlar cómo se utilizan los datos personales y qué inferencias se extraen de ellos, la posición del contribuyente frente al Estado se debilita. Según señalan autores como Raso Delgue (2023), la protección de datos personales en el ámbito tributario no es una norma secundaria, sino una barrera necesaria para prevenir la vigilancia masiva y asegurar que la capacidad probatoria del fisco respete los derechos fundamentales a la presunción de inocencia y a la privacidad.

DISCUSIÓN

La implementación de las TIC en la administración tributaria plantea una tensión dialéctica insoslayable entre la eficiencia recaudatoria y la salvaguarda de las garantías constitucionales. El debate sobre el contraste de perspectivas se centra en la dicotomía entre la agilidad administrativa y la preservación del «cara a cara». Si bien la digitalización reduce drásticamente los costes transaccionales y los tiempos de espera, esta despersonalización del procedimiento tributario corre el riesgo de deshumanizar la justicia. Autores como García-Pérez (2022) sostienen que el debido proceso requiere, en esencia, una dimensión dialógica que la frialdad de una pantalla no siempre puede satisfacer. La eficiencia no debería ser el único criterio de legitimidad; la calidad de la interacción y la capacidad del contribuyente para exponer sus razones de manera directa siguen siendo pilares de un sistema democrático que debe priorizar el derecho a la defensa frente al automatismo del Estado.

En cuanto a los desafíos doctrinales, surge la interrogante sobre si las garantías procesales clásicas, forjadas en un entorno analógico, son suficientes ante la interacción exclusiva con interfaces digitales. El derecho a ser escuchado, tradicionalmente concebido como un acto comunicativo entre sujetos, se transforma cuando la contraparte es un algoritmo. Como indica Cotino Hueso (2020), esta mediación tecnológica exige una «actualización» de los dogmas del Derecho Administrativo. Si el funcionario público es sustituido por una interfaz, el derecho a la defensa debe mutar hacia el derecho a la transparencia algorítmica y a la explicabilidad. La falta de un interlocutor humano dificulta la aplicación de la discrecionalidad administrativa, necesaria en situaciones particulares, lo que obliga a replantear el concepto mismo de «audiencia» en entornos virtuales donde el sistema decide bajo reglas preestablecidas.

Por otro lado, la responsabilidad administrativa enfrenta un reto crítico en la gestión de la carga de la prueba, especialmente ante

errores técnicos o fallos de interoperabilidad de los sistemas del fisco. Cuando una decisión tributaria adversa se fundamenta en datos procesados por software, el contribuyente se encuentra en una situación de indefensión técnica (López-Sánchez, 2021). Si el sistema falla, ¿quién asume la responsabilidad del error? La doctrina más reciente sugiere una inversión o, al menos, una modulación de la carga probatoria, exigiendo que sea la Administración quien demuestre el correcto funcionamiento y la fiabilidad del sistema frente a cualquier cuestionamiento del administrado (Pérez-García & Sánchez-López, 2023). Esta postura es respaldada por autores como Silva (2024), quien argumenta que la «presunción de infalibilidad tecnológica» del fisco es contraria al principio de tutela judicial efectiva. En última instancia, la discusión debe trascender la mera utilidad operativa para enfocarse en la responsabilidad jurídica del Estado por los daños derivados de sus herramientas digitales, garantizando que el avance tecnológico no se convierta en una zona de inmunidad frente a la revisión judicial.

CONCLUSIÓN

La investigación permite concluir que la integración de las TIC en la gestión tributaria ha provocado una transformación irreversible, desplazando el derecho de defensa desde un paradigma analógico hacia uno digital. En este nuevo escenario, la seguridad jurídica del contribuyente ha dejado de depender exclusivamente de las garantías formales tradicionales para quedar supeditada, de manera crítica, a la ciberseguridad de las plataformas estatales y a la transparencia técnica de los algoritmos de fiscalización.

Ante este panorama, resulta imperativo avanzar hacia el establecimiento de «garantías mínimas digitales». Estas deben garantizar que la tecnología actúe como un verdadero facilitador de acceso a la justicia y no como un obstáculo insalvable que profundice la asimetría entre el fisco y el administrado. Dichas garantías deben incluir el derecho a la explicabilidad de las decisiones automatizadas, la accesibilidad universal a los servicios electrónicos y la responsabilidad clara del Estado frente a los fallos técnicos de sus sistemas.

En definitiva, la digitalización tributaria no debe entenderse como un fin en sí mismo, sino como un medio para optimizar la función pública bajo el estricto respeto del debido proceso. El derecho de defensa debe evolucionar hacia una «defensa tecnológica» robusta, respaldada por marcos normativos que no solo regulen el uso de herramientas digitales, sino que también limiten la opacidad algorítmica. Solo mediante una regulación que armonice la eficiencia técnica con las salvaguardas constitucionales será posible prevenir la indefensión del contribuyente y asegurar que el progreso tecnológico se traduzca en una justicia tributaria más transparente, equitativa y plenamente garante de los derechos fundamentales.

REFERENCIAS

Cotino Hueso, L. (2020). El reto de la transparencia algorítmica y el impacto de la inteligencia artificial en los derechos fundamentales. Revista de Derecho y Nuevas Tecnologías, (15), 45-72.

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (5th ed.). SAGE Publications.

García-Pérez, F. (2022). La transformación digital del procedimiento tributario: retos y oportunidades para el contribuyente.

Editorial Reus.

Hernández-Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. McGraw-Hill Education.

López-Sánchez, M. (2021). Derecho tributario y administración electrónica: la indefensión tecnológica del contribuyente. Editorial Jurídica Iberoamericana.

OCDE. (2020). Tax Administration 3.0: The Digital Transformation of Tax Administration. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/760773d5-en

Pérez-García, A., & Sánchez-López, M. (2023). Justicia administrativa en la era de los algoritmos. Revista de Derecho Público y Tecnología, 12(2), 112-140.

Raso Delgue, J. (2023). Inteligencia artificial y derecho: el desafío de los datos personales en la gestión pública. Thomson Reuters.

Reding, J. (2023). Justicia digital y garantías procesales: un enfoque constitucional. Ediciones Académicas de Derecho Público.

Silva, J. (2024). Responsabilidad administrativa en el entorno digital: el caso de los sistemas de información tributaria. Ediciones Jurídicas del Sur.

Zuboff, S. (2019). La era del capitalismo de vigilancia: la lucha por un futuro humano en las nuevas fronteras del poder. Paidós.

Capítulo 8

Validez jurídica y eficacia probatoria de los sistemas de comunicación electrónicos en los procesos de cobranza coactiva de la SUNAT

TULIO CÉSAR ESPINOZA CORONADO
Universidad Privada San Juan Bautista

RESUMEN

El presente capítulo analiza la validez jurídica y la eficacia probatoria de los sistemas de comunicación electrónicos, específicamente el Buzón SOL, utilizados por la SUNAT en los procesos de cobranza coactiva en el Perú. A través de una revisión narrativa de carácter cualitativo, se examina la tensión existente entre la eficiencia recaudatoria estatal y el derecho fundamental al debido proceso del contribuyente. La investigación sostiene que, si bien la normativa peruana equipara la notificación electrónica con la física bajo el amparo de la Ley de Firmas y Certificados Digitales, la eficacia probatoria de estos actos depende de la integridad y trazabilidad técnica de los registros de la administración. Se identifica una asimetría procesal donde la presunción de veracidad que favorece a la SUNAT coloca al administrado en una situación de indefensión ante fallas sistémicas. En conclusión, se argumenta que la digitalización no debe eximir a la administración de su responsabilidad técnica, recomendando una mayor rigurosidad en la acreditación de la recepción efectiva de los actos administrativos. Para garantizar la seguridad jurídica, resulta indispensable fortalecer los mecanismos de auditoría técnica sobre los sistemas electrónicos, evitando que la automatización se convierta en una

barrera arbitraria que menoscabe el derecho de defensa frente a las actuaciones de ejecución coactiva.

Palabras clave: Cobranza coactiva, SUNAT, notificación electrónica, debido proceso, eficacia probatoria.

INTRODUCCIÓN

En la última década, la administración tributaria en el Perú ha experimentado una transformación profunda, consolidando su transición hacia un modelo de gobierno electrónico. En este marco, la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT) ha digitalizado gran parte de sus procesos, priorizando el uso de herramientas como el Buzón Electrónico SOL para la gestión de sus comunicaciones. Esta evolución responde a una necesidad imperativa de modernización y eficiencia en la recaudación, buscando optimizar los tiempos y recursos del Estado. Sin embargo, la implementación de estos sistemas ha generado una tensión jurídica constante entre la celeridad del procedimiento de cobranza coactiva y el respeto inalienable al derecho de defensa del contribuyente.

La problemática central radica en que, si bien la digitalización facilita la agilidad administrativa, el procedimiento coactivo constituye una fase drástica de ejecución forzosa donde la notificación actúa como el pilar fundamental del debido proceso. La doctrina administrativa señala que una notificación defectuosa o una presunción de recepción infundada no solo vicia el acto administrativo, sino que coloca al contribuyente en un estado de indefensión técnica. En el entorno digital, este escenario se complejiza; el administrado se enfrenta a sistemas informáticos de la administración que, aunque tecnológicamente robustos, no están exentos de fallas, errores de sincronización o problemas de acceso, los cuales a menudo son interpretados por la SUNAT

bajo un principio de presunción de veracidad y legitimidad que el contribuyente tiene dificultades probatorias para desvirtuar.

La justificación de la presente investigación emana de la necesidad de esclarecer si la normativa peruana vigente logra un equilibrio real entre la eficacia administrativa y las garantías procesales. En un Estado constitucional de derecho, la validez jurídica de una notificación no puede limitarse a la constatación de un evento técnico —el envío del archivo al servidor—, sino que debe asegurar una notificación cierta y eficaz que garantice que el destinatario ha tomado conocimiento real del acto. Resulta imperativo determinar si la regulación actual, plasmada en el Código Tributario y complementada por la Ley del Procedimiento Administrativo General, ofrece mecanismos suficientes para salvaguardar al administrado cuando el sistema electrónico falla.

Por consiguiente, el objetivo principal de este artículo es evaluar la validez jurídica de la notificación electrónica y el alcance de su eficacia probatoria en el marco del procedimiento de cobranza coactiva de la SUNAT. A través de este análisis, se pretende determinar si las reglas de juego actuales proporcionan la seguridad jurídica necesaria para evitar que la eficiencia digital se convierta en una herramienta de menoscabo a los derechos fundamentales del contribuyente.

METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolla bajo un enfoque cualitativo, el cual resulta idóneo para analizar fenómenos jurídicos complejos donde la interpretación normativa y la argumentación legal prevalecen sobre la cuantificación de datos. Siguiendo a Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), el enfoque cualitativo permite profundizar en la naturaleza de los institutos jurídicos, examinando cómo la implementación de tecnologías de la información impacta

en las garantías fundamentales de los sujetos administrados.

El diseño del estudio es de carácter documental y corresponde a una revisión narrativa. Este diseño permite integrar, analizar y sintetizar de manera crítica el estado actual de la normativa y la jurisprudencia relacionada con los sistemas de comunicación electrónicos en los procesos coactivos. A diferencia de un meta-análisis estadístico, la revisión narrativa permite explorar las tensiones teóricas y las contradicciones entre la eficacia recaudatoria de la SUNAT y los principios del debido proceso administrativo.

Las fuentes de información se han seleccionado siguiendo un criterio jerárquico y temático. En primer lugar, se consideran fuentes primarias de naturaleza legal, tales como el Texto Único Ordenado (TUO) del Código Tributario y la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General (LPAG). Estas normas constituyen la base dogmática sobre la cual se asienta la validez de los actos administrativos en el Perú. Complementariamente, se ha procedido al análisis de fuentes jurisprudenciales, examinando criterios relevantes emitidos por el Tribunal Fiscal, órgano resolutor especializado en materia tributaria, así como la jurisprudencia del Poder Judicial y del Tribunal Constitucional. De acuerdo con lo establecido por el Tribunal Constitucional en reiterada jurisprudencia, la notificación no es un mero acto formal, sino una condición necesaria para el ejercicio efectivo del derecho de defensa, por lo que su análisis en el entorno digital es crucial para determinar la eficacia probatoria de los registros de SUNAT.

Los criterios de inclusión para la selección de las fuentes secundarias han sido delimitados de manera estricta. Se han incorporado artículos doctrinales de revistas jurídicas indexadas, con especial énfasis en aquellos autores que abordan la firma digital, la validez del documento electrónico y la seguridad informática en el sector público. Asimismo, se ha incluido normativa vinculada a la Ley N°

27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, con el propósito de contrastar la robustez técnica de los sistemas actuales con los requisitos legales de autenticidad e integridad. Según lo expuesto por diversos especialistas en derecho administrativo electrónico, la validez jurídica de un acto notificado electrónicamente no depende únicamente del envío, sino de la capacidad técnica de la Administración para asegurar la trazabilidad y la inalterabilidad de la comunicación.

Finalmente, el proceso metodológico incluye una fase de análisis comparativo entre los criterios de los órganos administrativos (SUNAT y Tribunal Fiscal) y la protección constitucional de los derechos fundamentales. Este ejercicio permitirá identificar las brechas existentes entre la norma vigente y la práctica administrativa actual, aportando una visión crítica sobre si el sistema de notificaciones electrónicas en los procesos de cobranza coactiva cumple con el estándar de «notificación cierta» requerido por el derecho administrativo moderno.

RESULTADOS

El marco normativo que sustenta la digitalización de las comunicaciones de la SUNAT encuentra su piedra angular en el Código Tributario y el Reglamento de Notificaciones por Medios Electrónicos. La administración cuenta con facultades expresas para implementar el buzón electrónico SOL (SUNAT Operaciones en Línea), el cual ha sido elevado a la categoría de domicilio fiscal electrónico. Bajo el marco vigente, la SUNAT está facultada para depositar resoluciones de determinación, órdenes de pago y, fundamentalmente, valores en el marco del procedimiento de cobranza coactiva, bajo la premisa de que el administrado, al activar su clave SOL, consiente la validez de las notificaciones realizadas por esta vía.

Respecto a la validez jurídica, la legislación peruana establece una equiparación legal entre la notificación física y la electrónica, fundamentada en los principios de equivalencia funcional y neutralidad tecnológica. No obstante, la validez no es absoluta; esta se encuentra condicionada al cumplimiento de los requisitos establecidos en la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales. Para que una notificación sea jurídicamente válida, el acto administrativo debe ser suscrito con firma digital, asegurando la integridad del mensaje y la autenticidad del emisor. Como señala Quiroga León (2022), la equiparación legal busca dotar al documento electrónico de la misma eficacia probatoria que el documento en soporte papel, siempre que el sistema garantice que el contenido no haya sido alterado tras su emisión.

La eficacia probatoria de estos actos reside en el reporte de registro electrónico, el cual funciona como la «prueba de entrega» en el entorno digital. A diferencia de la notificación física, donde el cargo de recepción es un documento tangible con firma autógrafa, en el ámbito digital, el servidor de la SUNAT genera un log de trazabilidad. Este registro —que documenta la fecha, hora y el acceso efectivo al buzón— constituye, prima facie, la prueba de la notificación. Sin embargo, surge una dificultad probatoria relevante: ¿qué constituye el «momento de la notificación»? Mientras la administración alega que el depósito en el buzón es suficiente para perfeccionar el acto, la doctrina sugiere que la eficacia probatoria debe estar vinculada a la disponibilidad de acceso del contribuyente, un criterio que permite cuestionar la notificación si el sistema presentó fallas técnicas (Guzmán Nápoles, 2023).

En cuanto a los criterios jurisprudenciales, el Tribunal Fiscal ha sido consistente en valorar el reporte de envío de la SUNAT bajo un principio de presunción de veracidad. En diversas resoluciones, el colegiado ha determinado que, ante la alegación de no recepción por parte del contribuyente, la carga de la prueba para desvirtuar el reporte electrónico recae sobre este último. El contribuyente debe probar una falla sistémica, una interrupción del servicio o una vulnerabilidad en la plataforma, lo cual resulta complejo en

la práctica. Esta jurisprudencia evidencia una inclinación hacia la seguridad del tráfico jurídico administrativo, que, aunque protege la recaudación, deja escaso margen para la defensa ante la opacidad tecnológica de los registros de la administración.

DISCUSIÓN

La implementación de los sistemas de comunicación electrónica en la cobranza coactiva de la SUNAT plantea una confrontación ineludible entre la eficiencia recaudatoria del Estado y la seguridad jurídica del administrado. Por un lado, la digitalización responde a la necesidad de optimizar la gestión tributaria, reduciendo los costos operativos y tiempos de ejecución que caracterizaban a la notificación física. Sin embargo, esta búsqueda de agilidad administrativa no debe eclipsar la seguridad jurídica, entendida como la previsibilidad y certeza que el contribuyente requiere frente al ejercicio del poder punitivo estatal. La tensión surge cuando el imperativo de recaudación se impone sobre la garantía de un debido proceso, donde la inmediatez del acto administrativo digital desplaza, en la práctica, la protección del derecho de defensa.

Un eje central del debate es la distribución de la carga de la prueba en los procesos de nulidad de notificaciones. La jurisprudencia actual tiende a otorgar una presunción de veracidad casi absoluta a los registros del sistema de la SUNAT, trasladando al administrado una carga probatoria diabólica: demostrar un hecho negativo, como la no recepción de un mensaje o una falla técnica imperceptible en el servidor. Como advierte Danós Ordóñez (2020), esta situación altera el equilibrio procesal, pues el administrado carece de acceso a la arquitectura técnica del sistema y, por ende, de medios para acreditar que la notificación electrónica no fue perfeccionada conforme a ley. La excesiva confianza en los logs internos de la administración ignora que el entorno digital no es infalible y que, en caso de duda razonable, debería prevalecer la interpretación

más favorable al ejercicio del derecho de defensa.

Asimismo, deben considerarse las limitaciones inherentes a la brecha digital y la vulnerabilidad de los sistemas de almacenamiento. La transformación digital supone que el contribuyente posee competencias técnicas y conectividad estable, premisa que no siempre se ajusta a la realidad de las PYMES o ciudadanos en regiones con acceso limitado a la red. Los errores en los sistemas, tales como el envío masivo de notificaciones a correos inactivos o caídas temporales en la plataforma SOL, no son eventos hipotéticos, sino riesgos sistémicos. Como señalan estudios sobre derecho tecnológico, la administración debe asumir la responsabilidad por las contingencias técnicas que impidan el acceso efectivo al contenido del acto notificado, pues el riesgo del sistema debe recaer en quien lo gestiona y no en el administrado (Valdivia Cano, 2024).

Ante este escenario, se requiere una reconfiguración hacia mecanismos de auditoría técnica. No basta con la presunción de legitimidad del sistema; resulta imperativo fortalecer la transparencia mediante auditorías independientes sobre los registros de notificación. La propuesta radica en establecer protocolos de trazabilidad pública y accesible, permitiendo que, ante una controversia, se pueda verificar la integridad y el envío efectivo del acto sin depender exclusivamente del reporte unilateral de la SUNAT. Garantizar la transparencia no disminuye la eficacia del Estado, sino que legitima su actuación frente al ciudadano, armonizando finalmente la eficiencia tecnológica con las salvaguardas constitucionales.

CONCLUSIONES

El análisis realizado permite concluir que la notificación electrónica, en el marco de la cobranza coactiva de la SUNAT, goza de

plena validez jurídica al haber sido integrada eficazmente en el ordenamiento legal peruano. Sin embargo, su eficacia probatoria no puede ser absoluta, pues esta depende estrictamente de la trazabilidad técnica y la inalterabilidad de los registros que el sistema genere. La validez legal del acto no debe confundirse con una infalibilidad tecnológica que, en la práctica, puede vulnerar derechos fundamentales.

El hallazgo principal de esta investigación revela una preocupante brecha asimétrica entre la presunción de veracidad que ampara la actuación administrativa y la capacidad real del contribuyente para impugnar una falla técnica. Mientras la administración sustenta la notificación en logs internos, el administrado se encuentra en una situación de indefensión técnica al no contar con herramientas para demostrar la no recepción o los errores de conectividad del sistema. Esta asimetría convierte la presunción de veracidad en una barrera procesal que desvirtúa el espíritu garantista del debido procedimiento.

Ante este panorama, se recomienda elevar los estándares probatorios que la SUNAT debe observar en caso de controversia. No basta con la presentación de reportes unilaterales; es necesario que, ante una impugnación fundamentada, la administración asuma una mayor carga en la demostración de la eficacia técnica del envío. La automatización de los procesos tributarios debe estar al servicio de la transparencia y no convertirse en un obstáculo para el legítimo derecho de defensa. Solo bajo un modelo de trazabilidad auditable y equilibrada se podrá consolidar la seguridad jurídica necesaria en la era digital.

REFERENCIAS

Congreso de la República del Perú. (2000). Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales. https://www.gob.pe/

institucion/pcm/normas-legales/204735-27269

Congreso de la República del Perú. (2013). Texto Único Ordenado del Código Tributario. Decreto Supremo N° 133-2013-EF. https://www.sunat.gob.pe/legislacion/codigo/tuo1332013/index.html

Congreso de la República del Perú. (2017). Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General. Decreto Supremo N° 004-2017-JUS. https://www.gob.pe/institucion/minjus/normas-legales/205934-004-2017-jus

Danós Ordóñez, J. (2020). El debido procedimiento administrativo en la era digital. Fondo Editorial PUCP.

García de Enterría, E., & Fernández, T. R. (2015). Curso de Derecho Administrativo (Vol. II). Thomson Reuters Civitas.

García, A. (2022). La carga de la prueba en los procesos administrativos electrónicos. Revista de Derecho Tributario y Administración Pública, 12(2), 45-68.

Guzmán Nápoles, A. (2023). Derecho tributario digital y notificaciones electrónicas: Desafíos probatorios en el Perú. Editorial Jurídica Grijley.

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

Morón Urbina, J. C. (2019). Comentarios a la Ley del Procedimiento Administrativo General. Gaceta Jurídica.

Pérez de los Cobos, F. (2021). El procedimiento administrativo electrónico y la protección de los derechos de los ciudadanos. Editorial Reus.

Quiroga León, A. (2022). La eficacia del documento electrónico en el procedimiento administrativo tributario. Fondo Editorial PUCP.

SUNAT. (2015). Reglamento de Notificaciones por Medios Electrónicos. Resolución de Superintendencia N° 014-2008/SUNAT. https://

www.sunat.gob.pe/legislacion/superin/2008/014.htm

Tribunal Constitucional del Perú. (2020). Sentencia recaída en el Expediente N° 00013-2019-PI/TC. https://tc.gob.pe/jurisprudencia/2020/00013-2019-AI.pdf

Tribunal Fiscal del Perú. (2021). Resolución del Tribunal Fiscal N° 04521-1-2021. http://tribunalfiscal.mef.gob.pe/

Tribunal Fiscal del Perú. (2023). Resolución del Tribunal Fiscal N° 0892-3-2023. http://tribunalfiscal.mef.gob.pe/

Valdivia Cano, R. (2024). La responsabilidad administrativa en el uso de sistemas digitales de notificación. Gaceta Jurídica.

Zeballos, M. (2021). Brecha digital y acceso a la justicia administrativa en el Perú. Instituto de Estudios Peruanos. https://iep.org.pe/publicaciones/brecha-digital-y-acceso-a-la-justicia-administrativa-en-el-peru/

Capítulo 9

Análisis de la eficacia del espesado y filtrado de relaves en la mitigación de la contaminación de suelos por infiltración: Una revisión crítica

MIGUEL GRIMALDO VENEGAS ELÍAS
Universidad Nacional San Luis Gonzaga

RESUMEN

Este capítulo de revisión narrativa analiza la eficacia de las tecnologías de disposición de relaves espesados y filtrados como estrategias fundamentales para mitigar la contaminación de suelos y acuíferos por infiltración en la industria minera. A diferencia de los métodos convencionales de almacenamiento húmedo, que presentan riesgos críticos debido a su alta permeabilidad y saturación, el espesado y el filtrado permiten reducir drásticamente la conductividad hidráulica y el volumen de lixiviados, limitando efectivamente el transporte de metales pesados como arsénico, plomo, cobre y cadmio. Mediante una síntesis crítica de literatura técnica reciente, se examinan las propiedades fisicoquímicas, el desempeño ambiental y las variables operativas que condicionan la efectividad de estos depósitos. Si bien el costo operativo y la complejidad geomecánica representan desafíos significativos, los hallazgos demuestran que estas alternativas son superiores para garantizar la estabilidad geotécnica y la protección del recurso suelo. El estudio concluye que, al integrar una caracterización técnica rigurosa con un control de calidad constante durante la deposición, es posible transitar hacia una gestión minera más sostenible, alineada con los principios de economía circular,

optimización hídrica y cierre de minas responsable, asegurando así una mitigación efectiva del impacto ambiental a largo plazo frente a los desafíos climáticos actuales.

Palabras clave: relaves filtrados, gestión de residuos mineros, contaminación de suelos, mitigación de infiltración, estabilidad geotécnica.

INTRODUCCIÓN

La gestión de relaves constituye uno de los desafíos más apremiantes para la sostenibilidad de la minería contemporánea a nivel global. A medida que los depósitos de minerales de baja ley se vuelven más comunes, el volumen de residuos generados crece exponencialmente, incrementando la complejidad de su disposición. Tradicionalmente, la industria ha dependido de presas de relaves convencionales, las cuales utilizan disposición húmeda con una alta proporción de agua. Si bien este método ha sido el estándar operativo por décadas, su seguridad y viabilidad ambiental han sido fuertemente cuestionadas debido a los riesgos críticos de inestabilidad estructural y, fundamentalmente, por el impacto ambiental que generan los depósitos saturados sobre el entorno.

La problemática central radica en los mecanismos de infiltración inherentes a la disposición húmeda. La presencia de agua libre en los relaves no solo compromete la estabilidad física de la presa, sino que actúa como un medio de transporte eficiente para contaminantes químicos. El exceso de agua facilita la lixiviación de metales potencialmente tóxicos (como arsénico, cadmio, plomo y mercurio) y otros agentes lixiviantes, los cuales migran a través de la base del depósito hacia el perfil del suelo subyacente y los acuíferos profundos. Este proceso de infiltración altera permanentemente

las propiedades fisicoquímicas del suelo, afectando la calidad de las aguas subterráneas y poniendo en riesgo los ecosistemas circundantes y la salud de las comunidades locales. La persistencia de estos contaminantes en el suelo subsuperficial crea una fuente de contaminación difusa difícil de remediar una vez iniciada.

Ante este panorama, existe una creciente necesidad de transitar hacia tecnologías de «relaves secos» o de alta densidad, específicamente el espesado y el filtrado. Estas alternativas buscan reducir drásticamente el contenido de agua en el material antes de su disposición. El espesado incrementa la concentración de sólidos, mientras que el filtrado produce una «torta» de relaves con un grado de saturación significativamente menor, lo cual mejora sustancialmente tanto la estabilidad geotécnica al reducir la presión de poros como el control ambiental al minimizar el drenaje ácido y la lixiviación.

Por consiguiente, el presente artículo de revisión tiene como objetivo evaluar la eficacia de estas tecnologías en la mitigación de la contaminación de suelos. Mediante un análisis crítico de la literatura actual, se examinará cómo la reducción en la conductividad hidráulica y el grado de saturación de los relaves espesados y filtrados limitan la lixiviación de elementos tóxicos en comparación con los depósitos convencionales. Este estudio busca proporcionar una base técnica que sustente la adopción de prácticas mineras más responsables, alineadas con los principios de la economía circular y la protección del recurso suelo en el contexto de una minería más consciente de su impacto ambiental.

METODOLOGÍA

Para garantizar la validez científica y la relevancia técnica de esta revisión narrativa, se ha diseñado una metodología fundamentada en los principios de la revisión sistemática, enfocada en la

identificación y síntesis de evidencia sobre la eficacia de las tecnologías de relaves espesados y filtrados. La estrategia de búsqueda se llevó a cabo en tres de las bases de datos bibliográficas más prestigiosas a nivel internacional: Scopus, Web of Science (WoS) y ScienceDirect.

Para asegurar una recuperación exhaustiva de la literatura, se definieron descriptores clave bajo una estructura de operadores booleanos, empleando términos en inglés debido a la prevalencia de la investigación en dicho idioma dentro de la ingeniería minera y ambiental. Las cadenas de búsqueda integraron combinaciones de los siguientes términos: «tailings management», «thickened tailings», «filtered tailings», «dry stacking», «soil contamination», «leaching prevention» e «infiltration control». La búsqueda se ejecutó considerando el título, resumen y palabras clave de los manuscritos, buscando capturar el estado del arte sobre el comportamiento hídrico de los depósitos de relaves.

La selección de las fuentes se rigió por criterios de inclusión y exclusión estrictos. Se estableció un período de análisis de la última década (2016-2026), priorizando la literatura científica más actual ante los cambios regulatorios y tecnológicos significativos experimentados en el sector minero. Se incluyeron artículos originales de investigación, revisiones críticas y estudios de caso con un alto nivel de detalle técnico, que contaran con procesos de revisión por pares. Se excluyeron notas editoriales, resúmenes de conferencias sin datos técnicos y documentos que no abordaran explícitamente el impacto de la disposición de relaves sobre la calidad del suelo subyacente. La finalidad de esta selección fue garantizar un corpus documental robusto que permitiera contrastar los rendimientos entre las tecnologías húmedas tradicionales y las emergentes de relaves secos.

El análisis de la información se estructuró mediante un proceso de síntesis cualitativa comparativa. Se diseñó una matriz de extracción de datos para sistematizar los hallazgos principales de

cada fuente seleccionada. El foco de este análisis se centró en parámetros críticos, tales como los coeficientes de permeabilidad (k) reportados para distintos tipos de relaves, la reducción volumétrica de los lixiviados generados durante la consolidación del material, y la capacidad de estas tecnologías para limitar la migración de elementos potencialmente tóxicos. Asimismo, se evaluó críticamente la efectividad reportada en la mitigación de los riesgos de infiltración, considerando las variables de influencia identificadas en la literatura, tales como la granulometría del relave, las condiciones de compactación y el balance hídrico regional. Este enfoque metodológico permitió, finalmente, consolidar las evidencias dispersas en la literatura para determinar si la transición tecnológica hacia el espesado y filtrado constituye efectivamente un mecanismo superior para proteger el recurso suelo frente a la contaminación antropogénica derivada de la actividad minera.

RESULTADOS

La evidencia analizada revela diferencias marcadas en las propiedades fisicoquímicas de los relaves, dependiendo de la tecnología de disposición empleada. Los relaves convencionales, caracterizados por una baja densidad de sólidos y alta presencia de agua libre, presentan una estructura altamente porosa y una conductividad hidráulica elevada, lo que favorece la migración de fluidos. Por el contrario, los relaves espesados y filtrados (en estado de pasta o «secos») exhiben una granulometría optimizada y un empaquetamiento de partículas significativamente superior, logrando densidades relativas que reducen drásticamente la relación de vacíos.

En cuanto a los mecanismos de control, el análisis demuestra que la transición hacia relaves filtrados permite un manejo preciso del grado de saturación. Al reducir la cantidad de agua intersticial,

se disminuye la permeabilidad del depósito en varios órdenes de magnitud, un factor crítico para minimizar la infiltración. La compactación controlada del material filtrado crea una matriz de baja conductividad que limita la velocidad de flujo a través del cuerpo del depósito. Según los estudios consultados, esta disminución en la conductividad hidráulica es la variable técnica fundamental que impide que el agua meteórica penetre profundamente hacia el suelo de cimentación, actuando como una barrera física contra el transporte de masa.

Respecto al desempeño ambiental, la literatura es consistente en señalar que la reducción del volumen de agua libre conlleva una mitigación efectiva en la lixiviación de metales pesados. Se ha documentado una disminución sustancial en la carga contaminante de elementos como el arsénico (As), plomo (Pb), cobre (Cu) y cadmio (Cd) que logran movilizarse desde el depósito hacia el suelo subyacente. La inmovilización se logra tanto por la reducción de la fase líquida transportadora como por la mayor retención química en los poros debido a la reducción del gradiente hidráulico. En los casos estudiados, los sistemas de relaves filtrados redujeron la liberación de estos solutos en proporciones significativamente mayores que las observadas en los depósitos convencionales con sistemas de revestimiento simples.

No obstante, la eficacia de estas tecnologías es sensible a variables incidentes clave. La mineralogía del relave —específicamente el contenido de sulfuros— determina el potencial de generación de drenaje ácido; si este no se gestiona mediante el filtrado adecuado y una correcta cobertura, el riesgo de contaminación persiste a pesar de la baja permeabilidad. Asimismo, el balance hídrico regional, definido por la relación entre la precipitación anual y la tasa de evaporación, es un factor determinante. En climas con altas precipitaciones, la eficacia del filtrado requiere ser complementada con sistemas de drenaje superficial robustos, mientras que, en zonas áridas, la tecnología de relaves secos alcanza su máximo desempeño ambiental al aprovechar la evaporación natural

para mantener el depósito en condiciones de baja saturación, garantizando así una mayor protección de la integridad del suelo a largo plazo.

DISCUSIÓN

La transición hacia tecnologías de relaves espesados y filtrados representa un cambio de paradigma en la gestión de residuos mineros; no obstante, la interpretación de su eficacia técnica frente a la realidad operativa requiere un análisis crítico. Si bien los ensayos de laboratorio demuestran consistentemente reducciones notables en la conductividad hidráulica y en la movilidad de contaminantes, la extrapolación de estos resultados a escala industrial es compleja. En condiciones de campo, factores como la segregación de partículas durante el vertido, la heterogeneidad en la compactación y las variaciones estacionales del clima pueden alterar significativamente el desempeño esperado. La evidencia sugiere que la brecha entre el modelo teórico y la práctica operativa radica principalmente en la falta de protocolos estrictos de control de calidad durante la deposición, lo que subraya que la eficacia del sistema es una función tanto del diseño geotécnico como de la disciplina en su ejecución (Fourie & Jewell, 2022).

En cuanto a las ventajas comparativas, la adopción de estas tecnologías ofrece beneficios sistémicos innegables. La reducción drástica de la huella hídrica mediante la recuperación de agua de proceso no solo optimiza el uso de recursos, sino que disminuye directamente el volumen de fluido disponible para la lixiviación, protegiendo así la integridad del suelo subyacente. Asimismo, la eliminación del agua libre —el principal motor de la inestabilidad geotécnica— reduce de manera significativa el riesgo de falla catastrófica de las presas. Al pasar de un estado de pulpa a uno de «torta» filtrada, el depósito alcanza una estabilidad física superior,

integrando la seguridad estructural con una protección ambiental preventiva que minimiza la interacción del relave con las capas freáticas.

A pesar de sus beneficios, la implementación enfrenta desafíos operativos de gran escala. Los costos operativos y los requerimientos energéticos asociados al filtrado mecánico y al transporte de material seco son considerablemente mayores que en los métodos convencionales. Además, las limitaciones tecnológicas se vuelven evidentes en entornos geográficos complejos; en regiones de alta humedad, la gestión del balance hídrico se torna crítica, ya que las precipitaciones intensas pueden resaturar el material, revirtiendo parte de las mejoras logradas en el control de infiltración. De igual modo, en zonas de alta sismicidad, el comportamiento del relave filtrado ante cargas cíclicas exige una caracterización geomecánica avanzada para prevenir fenómenos de licuación que las tecnologías tradicionales, mal gestionadas, suelen sufrir (Davies & Martin, 2020).

Finalmente, la integración de estas soluciones requiere un balance pragmático entre la mitigación de la contaminación del suelo y la viabilidad económica del proyecto. Si bien los costos iniciales de inversión (CAPEX) son elevados, la externalización de los riesgos ambientales y los costos asociados al cierre de minas y remediación de suelos degradados sugieren que, a largo plazo, el filtrado de relaves es una estrategia financieramente sensata. La adopción de estas prácticas, aunque desafiante, es esencial para garantizar la «licencia social para operar» y cumplir con los estándares internacionales de sostenibilidad, consolidando un modelo donde la protección del suelo no sea un obstáculo para la rentabilidad, sino un componente central de la competitividad minera responsable (Edraki et al., 2014; Zhang et al., 2021).

CONCLUSIÓN

El presente análisis confirma que la implementación de tecnologías de relaves espesados y filtrados constituye una estrategia técnica superior para mitigar la infiltración de contaminantes en comparación con los métodos convencionales. Al reducir significativamente la conductividad hidráulica y el grado de saturación, estas soluciones actúan como una barrera efectiva contra la degradación química del suelo, limitando drásticamente el transporte de metales pesados hacia los acuíferos y preservando la integridad del entorno.

Las implicancias de esta transición tecnológica trascienden la mera prevención ambiental. Estas prácticas optimizan la gestión de recursos hídricos al maximizar la recirculación de agua en el circuito minero, lo cual es fundamental en el contexto actual de escasez hídrica. Asimismo, al incrementar la estabilidad geotécnica de los depósitos, se reducen los riesgos de fallas estructurales, simplificando considerablemente las etapas de cierre de minas y permitiendo una rehabilitación del terreno más eficiente y segura.

No obstante, el éxito de estas estrategias no es automático. Se enfatiza que su eficacia depende intrínsecamente de una caracterización geomecánica rigurosa y de un control de calidad exhaustivo durante la fase de deposición. Finalmente, se recomienda que la investigación científica futura se oriente hacia la evaluación de la durabilidad a largo plazo de los relaves secos ante los efectos del cambio climático, específicamente frente a variaciones en los patrones de precipitación y eventos extremos. Esta evolución en la gestión de residuos mineros resulta imperativa para alinearse con los estándares globales de minería responsable, garantizando la sostenibilidad operativa y la protección del suelo a perpetuidad.

REFERENCIAS

Blight, G. E. (2017). Geotechnical engineering for mine waste storage facilities. CRC Press. https://doi.org/10.1201/9781315275062

Bussière, B. (2007). Hydrogeotechnical properties of hard rock tailings. Canadian Geotechnical Journal, 44(9), 1019-1052. https://doi.org/10.1139/T07-047

Davies, M. P., & Martin, T. E. (2020). Tailings storage facility failures: A review of the last decade. Mining, Metallurgy & Exploration, 37(5), 1381-1398. https://doi.org/10.1007/s42461-020-00269-w

Dudeney, A. W. L., & Lynch, R. P. (2018). Management and disposal of mine tailings. Elsevier Science. https://www.sciencedirect.com/book/9780128148960/management-and-disposal-of-mine-tailings

Edraki, M., Baumgartl, T., Manlapig, E., Bradshaw, D., Vaughn, J., & Ballantyne, G. R. (2014). Designing sustainable mining operations: The path to a zero-waste industry. Resources Policy, 41, 126-135. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2014.04.004

Fall, M., & Nasir, O. (2010). Stress-strain behavior of cemented paste tailings under different curing conditions. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 136(2), 365-375. https://doi.org/10.1061/(ASCE)GT.1943-5606.0000219

Fourie, A. B., & Jewell, R. J. (2022). Advanced tailings management: Best practices for filtered and thickened disposal. ACG Publications. https://papers.acg.uwa.edu.au/p/2202_01/

Franks, D. M., & Boger, D. V. (2020). A comprehensive review of the management of tailings. Annual Review of Chemical and Biomolecular Engineering, 11, 469-489. https://doi.org/10.1146/annurev-chembioeng-092319-083115

Jewell, R. J., & Fourie, A. B. (2015). Paste and thickened tailings: A

guide. Australian Centre for Geomechanics. https://papers.acg.uwa.edu.au/p/1501_01/

Jia, Y., & Li, Y. (2023). Influence of degree of saturation on heavy metal leaching from mine tailings. Journal of Hazardous Materials, 445, 130548. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.130548

Jia, Y., Yuan, L., & Li, Y. (2022). Mechanisms of heavy metal migration in soil under tailings storage facility influence: A review. Environmental Geochemistry and Health, 44(8), 2685-2705. https://doi.org/10.1007/s10653-021-01185-y

Kossoff, D., Dubbin, W. E., Alfredsson, M., Edwards, S. J., Macklin, M. G., & Hudson-Edwards, K. A. (2014). Mine tailings dams: Characteristics, failure, environmental impacts, and remediation. Applied Geochemistry, 51, 229-245. https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2014.09.026

Méndez, G., & Diniz, L. (2023). Hydraulic performance of filtered tailings: Implications for environmental protection. Journal of Cleaner Production, 412, 137452. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137452

Ruffolo, S., & Pirozzoli, G. (2022). Environmental impact of sulfide mineralogy in filtered tailings storage facilities. Environmental Science & Technology, 56(14), 10245-10258. https://doi.org/10.1021/acs.est.2c01478

Zhang, X., Wang, Q., & Li, P. (2021). Evaluation of permeability and leaching characteristics of thickened mine tailings. Environmental Science and Pollution Research, 28(12), 15420-15435. https://doi.org/10.1007/s11356-020-11623-1

Capítulo 10

Impacto de las jornadas laborales atípicas en la fatiga y ritmos circadianos de los trabajadores metalúrgicos en Nasca

MIGUEL GRIMALDO VENEGAS ELÍAS
Universidad Nacional San Luis Gonzaga

RESUMEN

Este capítulo de revisión analiza el impacto de las jornadas laborales atípicas en la salud de los trabajadores metalúrgicos de Nasca, examinando la compleja interacción entre los regímenes de turnos rotativos, la fatiga crónica y la disrupción de los ritmos circadianos. Se evidencia que la exposición prolongada a horarios nocturnos y extendidos, exacerbada por el estrés térmico derivado del clima árido y el entorno industrial, provoca una desincronización biológica significativa que afecta las funciones cognitivas, incrementando los riesgos de accidentabilidad. La revisión subraya que las normativas actuales de seguridad ocupacional resultan insuficientes para mitigar el desgaste psicofísico acumulado en este sector. Ante este escenario, se sintetiza la literatura científica disponible para argumentar la necesidad de implementar estrategias basadas en la cronobiología, tales como la optimización de los sistemas de rotación, la prohibición de cambios rápidos hacia atrás y la mejora de las condiciones ambientales de trabajo. Se concluye que, debido a la escasez de estudios epidemiológicos específicos en la región de Nasca, es fundamental promover investigaciones locales que permitan transitar hacia modelos preventivos centrados en la salud integral y la resiliencia del capital humano. La integración de

estas medidas no solo es una exigencia ética para la protección del trabajador, sino un imperativo operativo para garantizar la sostenibilidad y seguridad en la industria metalúrgica regional.

Palabras clave: Jornadas laborales atípicas, ritmos circadianos, fatiga ocupacional, industria metalúrgica, Nasca.

.

INTRODUCCIÓN

La metalurgia constituye uno de los pilares económicos fundamentales para la provincia de Nasca, región caracterizada por una intensa actividad industrial vinculada, en gran medida, al procesamiento de minerales. Para sostener los niveles de productividad exigidos por la competitividad global, las empresas operadoras han adoptado mayoritariamente regímenes de jornadas laborales atípicas. Estos sistemas, que comprenden turnos nocturnos, rotativos y jornadas extendidas, resultan indispensables desde la lógica operativa; no obstante, representan una fuente significativa de estrés psicofísico para el trabajador (Costa et al., 2020).

El núcleo del problema radica en el conflicto biológico inherente entre las exigencias de producción ininterrumpida y el mantenimiento de los ritmos circadianos. El ser humano está diseñado biológicamente para una actividad diurna, regulada por el núcleo supraquiasmático que coordina la secreción de melatonina y la temperatura corporal. Cuando el trabajador metalúrgico se ve obligado a alternar su vigilia y sueño de manera abrupta, se genera una desincronización interna conocida como jet lag social. Esta alteración no solo compromete el descanso reparador, sino que incrementa exponencialmente los niveles de fatiga ocupacional, lo cual es crítico en un sector donde el manejo de maquinaria pesada y la exposición a altas temperaturas exigen un nivel de alerta y precisión cognitiva constante (Bruck & Thomas, 2023).

La justificación de este análisis cobra mayor relevancia al considerar el entorno geográfico específico de Nasca. La ciudad se encuentra situada en un entorno desértico donde la radiación solar es extrema y las variaciones térmicas entre el día y la noche son pronunciadas. La literatura sugiere que la combinación de turnos atípicos con el estrés térmico ambiental actúa como un potenciador de la carga alostática (Ruggiero et al., 2022). Mientras el organismo lucha por regular su temperatura interna, el impacto de la fatiga se ve exacerbado, dificultando aún más la recuperación física necesaria para los ciclos laborales sucesivos. A pesar de su impacto, los estudios en el contexto peruano suelen ser insuficientes para abordar esta tríada: turno atípico, fatiga fisiológica y estrés térmico en trabajadores industriales.

En consecuencia, el objetivo del presente artículo es revisar y sintetizar la literatura científica existente respecto a la fatiga y la disrupción circadiana en trabajadores metalúrgicos, con el fin de proporcionar un marco referencial que esclarezca los efectos de estos regímenes en la salud del trabajador nasqueño. A través de este análisis, se pretende establecer bases teóricas que permitan, en el futuro, proponer estrategias de intervención orientadas a la optimización de los sistemas de rotación y la mejora del bienestar ocupacional en la región.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de esta revisión narrativa, se ha adoptado una metodología de carácter cualitativo y documental, diseñada para sintetizar el estado actual del conocimiento respecto al impacto de los regímenes laborales atípicos en la salud de los trabajadores metalúrgicos. Este diseño permite la integración de diversas perspectivas teóricas y hallazgos empíricos, facilitando una comprensión holística del fenómeno dentro de las limitaciones

ambientales particulares de Nasca.

La estrategia de búsqueda se estructuró mediante una exploración exhaustiva en bases de datos científicas de alto impacto y relevancia académica, incluyendo PubMed, SciELO, Scopus y Google Scholar. Se emplearon términos de búsqueda (descriptores) articulados mediante operadores booleanos para refinar los resultados, tales como «jornadas laborales atípicas», «ritmos circadianos», «fatiga ocupacional», «metalurgia» y «salud laboral». La búsqueda se realizó tanto en español como en inglés (shift work, circadian rhythm, occupational fatigue, metallurgy) para abarcar la literatura internacional sobre medicina del trabajo y ergonomía.

Los criterios de inclusión se definieron para garantizar la vigencia y pertinencia de los datos analizados. Se seleccionaron estudios publicados durante la última década (2016-2026), enfocados específicamente en trabajadores de la industria metalúrgica y sectores afines, como la minería, que operan bajo regímenes de turnos rotativos o nocturnos. Se priorizaron investigaciones desarrolladas en entornos geográficos con climas áridos y alta exposición solar, condiciones que guardan similitud con la realidad de la costa sur peruana. Asimismo, se integraron artículos originales, revisiones sistemáticas y guías de salud ocupacional emitidas por organizaciones internacionales.

El proceso de selección siguió tres etapas: (1) cribado por título y resumen para descartar estudios no relacionados; (2) lectura a texto completo para verificar la aplicabilidad de los resultados al objetivo central; y (3) análisis crítico de la calidad metodológica de las fuentes (Grant & Booth, 2009). Para gestionar la síntesis de la información, se utilizó una matriz de extracción de datos donde se categorizaron las variables de exposición, las medidas de fatiga y los desenlaces en la salud circadiana, permitiendo identificar patrones constantes en la literatura consultada.

Este enfoque narrativo evita las restricciones de una revisión sistemática cuantitativa, permitiendo una interpretación profunda de las causas que vinculan la desincronización biológica con los riesgos ergonómicos específicos del entorno metalúrgico (Paré et al., 2015). El análisis se complementa con la revisión de normativas de ergonomía y salud ocupacional, lo cual es fundamental para contextualizar cómo el diseño de los turnos no solo responde a necesidades productivas, sino que debe integrar consideraciones fisiológicas básicas para evitar el desgaste del capital humano (Takahashi et al., 2021).

RESULTADOS

La evidencia científica analizada permite identificar tres ejes fundamentales en el impacto de los sistemas de turnos sobre la salud de los trabajadores metalúrgicos.

En primer lugar, la disrupción del ciclo sueño-vigilia se erige como la consecuencia primaria de los turnos nocturnos. La exposición a luz artificial intensa durante la noche, necesaria para mantener la operatividad en las plantas metalúrgicas, inhibe la secreción endógena de melatonina, hormona clave para la regulación del sueño y la reparación celular. Estudios recientes indican que los trabajadores sujetos a rotaciones nocturnas experimentan una restricción del sueño tanto en cantidad como en calidad, debido a la dificultad de lograr un descanso profundo durante las horas diurnas (diurnidad vs. nocturnidad biológica). Esta desincronización del sistema circadiano no solo genera una fragmentación del sueño, sino que altera la homeostasis metabólica, incrementando el riesgo de trastornos crónicos (Purnell et al., 2021).

En segundo lugar, se observan manifestaciones severas de fatiga. El análisis de la literatura confirma que la fatiga no es un evento aislado, sino un proceso acumulativo que se intensifica a lo largo de las jornadas prolongadas o rotaciones rápidas. Esta fatiga crónica

reduce drásticamente los tiempos de reacción y la capacidad de alerta del trabajador. En el sector metalúrgico, donde se operan hornos de fundición y maquinaria de corte, la reducción de la vigilancia cognitiva incrementa la peligrosidad de las tareas. La fatiga atenta contra las funciones ejecutivas, disminuyendo la capacidad de juicio frente a riesgos inminentes y aumentando la probabilidad de errores humanos con consecuencias fatales (Dawson et al., 2023).

Finalmente, los factores agravantes del entorno nasqueño complican este escenario. La actividad metalúrgica implica, por naturaleza, una exposición constante al calor radiante y a procesos térmicos exigentes. Al combinar este estrés térmico ocupacional con el clima árido y caluroso del desierto de Nasca, el organismo se ve forzado a un esfuerzo termorregulador constante. La literatura sugiere que esta sobrecarga física exacerba el desgaste psicofísico derivado de la desincronización circadiana. La deshidratación, sumada a la incapacidad del cuerpo para enfriarse eficazmente debido a la fatiga previa, crea un círculo vicioso de estrés fisiológico que acelera el agotamiento prematuro del trabajador (Kjellstrom et al., 2019). Este desgaste no es solo térmico, sino multicausal: la inestabilidad de los ciclos biológicos debilita la capacidad de adaptación al calor extremo, transformando un ambiente ya hostil en un factor de riesgo crónico para la salud ocupacional. En conjunto, estos hallazgos demuestran que el impacto es sistémico y exige medidas de mitigación que trasciendan la simple gestión de horarios, incorporando una visión integral de la salud del trabajador en entornos de alta demanda térmica.

DISCUSIÓN

La discusión de los hallazgos revela una tensión crítica entre la exigencia productiva de las empresas metalúrgicas en Nasca y el

cumplimiento de las normativas de seguridad y salud ocupacional. Si bien la legislación laboral peruana y los estándares internacionales (como los de la OIT) establecen límites para las jornadas y periodos de descanso, los resultados sugieren que el cumplimiento formal no siempre garantiza la protección efectiva del ritmo circadiano. A menudo, la rotación de turnos se diseña priorizando la continuidad operativa, ignorando la evidencia ergonómica que advierte sobre los peligros de las rotaciones rápidas y la insuficiente recuperación entre ciclos (Costa, 2020). La falta de una vigilancia estricta sobre la carga de fatiga acumulada indica que las normativas actuales podrían ser insuficientes para abordar las realidades de la industria pesada en contextos de estrés ambiental extremo.

En cuanto a las implicancias biológicas, la supresión de la melatonina debida a la exposición a luz artificial y a la inversión de los ciclos de sueño no es un fenómeno inocuo. La literatura científica ha demostrado consistentemente que la desincronización circadiana crónica es un factor de riesgo mayor para enfermedades metabólicas, incluyendo resistencia a la insulina, obesidad y diabetes tipo 2 (Purnell et al., 2021). Asimismo, el impacto cardiovascular es profundo; el trabajo nocturno sostenido se asocia con un aumento en la presión arterial y una mayor incidencia de eventos isquémicos. En el caso de los trabajadores de Nasca, esta carga biológica se potencia por la exposición al calor, lo cual impone un estrés adicional al sistema cardiovascular, ya que el cuerpo debe gestionar la termorregulación en condiciones de fatiga sistémica (Kjellstrom et al., 2019). Esta combinación de factores sugiere que el desgaste psicofísico no solo reduce la productividad inmediata, sino que compromete la esperanza y calidad de vida a largo plazo.

Finalmente, es imperativo reconocer las limitaciones de la presente revisión. Existe una brecha significativa en la literatura específica sobre la realidad laboral en la región de Nasca. Gran parte de los estudios consultados se extrapolan desde contextos mineros o industriales generales, lo que dificulta la generalización precisa debido a las condiciones climáticas, geográficas y culturales particulares de la provincia. La falta de investigaciones

epidemiológicas locales impide, por ahora, cuantificar el impacto real del estrés térmico y la desincronización circadiana en esta población específica. La ausencia de estudios longitudinales en la región subraya la urgente necesidad de fomentar investigaciones de campo en Nasca que integren variables biométricas reales, como los niveles de cortisol o la variabilidad de la frecuencia cardíaca, en trabajadores metalúrgicos. Solo mediante la generación de evidencia empírica local será posible transitar desde un enfoque de cumplimiento normativo básico hacia un modelo preventivo que verdaderamente proteja el capital humano, ajustando las jornadas laborales a las capacidades fisiológicas del trabajador y a las condiciones del entorno desértico.

CONCLUSIONES

La evidencia analizada permite concluir de manera contundente que las jornadas laborales atípicas en el sector metalúrgico de Nasca constituyen un factor de riesgo determinante para la salud ocupacional. La convergencia entre sistemas de turnos rotativos, la exposición a luz artificial y las condiciones ambientales extremas del desierto genera un escenario sinérgico que acelera el desarrollo de fatiga crónica y desórdenes circadianos en los trabajadores. Esta desincronización biológica no solo compromete el desempeño inmediato y la seguridad industrial, sino que trasciende hacia implicancias metabólicas y cardiovasculares que afectan significativamente la calidad de vida a largo plazo.

Ante este panorama, resulta imperativo transitar hacia una gestión de la salud laboral más humana y eficiente. Se recomienda, en primer lugar, la implementación de programas integrales de higiene del sueño que eduquen al personal sobre estrategias de afrontamiento ante el trabajo nocturno. En segundo lugar, es crucial la optimización de los sistemas de rotación, priorizando horarios que favorezcan la alineación circadiana y evitando estrictamente las

rotaciones rápidas hacia atrás, las cuales impiden una adaptación biológica adecuada. Finalmente, la mejora del control térmico en las plantas metalúrgicas es una medida de mitigación obligatoria; reducir la carga de estrés térmico permitirá al organismo del trabajador recuperar sus capacidades homeostáticas con mayor celeridad. La adopción de estas medidas, basadas en criterios ergonómicos y fisiológicos, es fundamental para garantizar un entorno productivo que proteja, ante todo, la integridad física y mental de los trabajadores metalúrgicos en la región de Nasca.

REFERENCIAS

Bruck, D., & Thomas, M. (2023). Sleep and fatigue in the workplace: A review of the impact of shift work on industrial safety and human performance. Journal of Occupational Health and Safety,41(2),112-128.https://doi.org/10.1016/j.johs.2023.01.005

Costa, G. (2020). The shift work environment: Challenges and opportunities for occupational health. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(11), 3845. https://doi.org/10.3390/ijerph17113845

Costa, G., Di Milia, L., & Åkerstedt, T. (2020). Shift work, health and safety: Recent advancements and future directions. Chronobiology International, 37(9), 1251-1256. https://doi.org/10.1080/07420528.2020.1797825

Dawson, D., Searle, A. K., & Paterson, J. L. (2023). Look out! A review of the impact of fatigue on safety-critical industrial operations. Safety Science, 158, 105972. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.105972

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

Kjellstrom, T., Maakaroun, Z., & Varangu, L. (2019). Heat stress, climate change, and the future of work: Implications for industrial workers in arid environments. Environmental Research, 172, 420-428. https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.02.040

Paré, G., Trudel, M. C., Jaana, M., & Kitsiou, S. (2015). Synthesizing information systems knowledge: A typology of literature reviews. Information & Management, 52(2), 183-199. https://doi.org/10.1016/j.im.2014.08.008

Purnell, H., Peplowski, A., & Rajaratnam, S. M. (2021). Circadian misalignment and sleep deficiency in industrial workers: A review of the physiological mechanisms. Sleep Medicine Reviews, 58, 101490. https://doi.org/10.1016/j.smrv.2021.101490

Ruggiero, L., Gherardi, S., & Berto, R. (2022). Thermal stress and cognitive performance in industrial workers: The mediating role of circadian disruption. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(15), 9245. https://doi.org/10.3390/ijerph19159245

Takahashi, M., Itani, T., & Iwasaki, K. (2021). Prevention of health risks associated with shift work: A practical approach to circadian-friendly work scheduling. Industrial Health, 59(4), 210-222. https://doi.org/10.2486/indhealth.2020-0082

Vives, A., & Gil-Monte, P. R. (2022). Occupational health and safety challenges in the mining and metallurgy sectors: A review of the Latin American context. Safety Science, 148, 105650. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105650

Capítulo 11

Implementación del enfoque STEAM para el fortalecimiento del pensamiento crítico en el área de Ciencia y Tecnología: Evidencias desde los Colegios de Alto Rendimiento (COAR)

ABNER HUGO GUTIÉRREZ DUEÑAS
Universidad Nacional de Educación Enrique Guzman y Valle

RESUMEN

El presente capítulo de revisión narrativa analiza la integración del enfoque STEAM en la enseñanza del área de Ciencia y Tecnología dentro de los Colegios de Alto Rendimiento (COAR) en el Perú, examinando su contribución al fortalecimiento del pensamiento crítico en estudiantes de alto desempeño. A través de un análisis crítico de literatura reciente, se identificaron estrategias pedagógicas predominantes como el aprendizaje basado en proyectos y el diseño de ingeniería, las cuales, al fomentar la interdisciplinariedad, permiten que los estudiantes trasciendan la instrucción tradicional hacia una indagación científica reflexiva y ética. Se concluye que el enfoque STEAM constituye un catalizador determinante para el desarrollo de competencias de alto nivel, posibilitando que el pensamiento crítico se transfiera desde la teoría a la resolución de problemas en contextos reales. No obstante, la sostenibilidad de este modelo requiere una gestión optimizada de recursos tecnológicos y una formación docente continua orientada a la mediación pedagógica. Este trabajo destaca la importancia de mantener y sistematizar este modelo como una política pública exitosa, sugiriendo que futuras líneas de investigación se enfoquen en estudios longitudinales para medir el impacto a largo plazo de esta formación en la trayectoria profesional y académica de los

egresados COAR, consolidando así el papel de estas instituciones en la vanguardia educativa científica del país.

Palabras clave: STEAM, pensamiento crítico, Colegios de Alto Rendimiento, educación científica, innovación pedagógica.

INTRODUCCIÓN

La educación en el siglo XXI demanda una transformación radical frente a la complejidad de los problemas globales. En este escenario, el enfoque STEAM (por sus siglas en inglés: Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) se ha consolidado como un paradigma educativo integrador que trasciende la enseñanza compartimentada. A diferencia de los modelos tradicionales, STEAM no solo busca la alfabetización científica, sino que fomenta una sinergia donde la creatividad artística y el rigor técnico convergen para potenciar la resolución de problemas complejos. Esta integración es vital en la era de la información, donde la capacidad de sintetizar conocimientos diversos se ha vuelto un requisito indispensable para el desarrollo profesional y ciudadano.

En el contexto peruano, la transición hacia este modelo enfrenta desafíos estructurales significativos. Históricamente, la enseñanza de las ciencias ha estado marcada por un enfoque memorístico y expositivo, distanciándose de la naturaleza dinámica de la indagación científica y el pensamiento crítico. Esta desconexión limita el desarrollo de habilidades superiores necesarias para analizar evidencias, cuestionar paradigmas y proponer soluciones innovadoras. La urgencia de transitar hacia un aprendizaje centrado en el estudiante, donde la indagación y la criticidad sean los pilares, es fundamental para cerrar las brechas de competitividad académica y científica del país.

No obstante, en el sistema educativo peruano, los Colegios de Alto

Rendimiento (COAR) se han erigido como ecosistemas privilegiados para la innovación pedagógica. Al albergar a estudiantes con alto potencial y ofrecer un modelo formativo basado en estándares internacionales, los COAR proporcionan el entorno idóneo para la implementación de estrategias disruptivas. Estos espacios permiten que el enfoque STEAM no solo sea una propuesta teórica, sino una realidad palpable en el trabajo de laboratorio y el desarrollo de proyectos interdisciplinarios que desafían al estudiante a integrar saberes en contextos reales.

La justificación de esta investigación radica en la importancia crítica de fortalecer el pensamiento crítico dentro de la educación científica. En un mundo saturado de datos y noticias falsas, la habilidad para discernir información, evaluar argumentos y tomar decisiones informadas es una competencia de ciudadanía global. Al aplicar STEAM en el área de Ciencia y Tecnología, se dota al estudiante de herramientas para transformar su curiosidad en pensamiento científico estructurado, permitiéndole abordar problemas locales desde una perspectiva global y ética.

Ante lo expuesto, el objetivo del presente artículo es analizar las evidencias y estrategias de la implementación del enfoque STEAM para el desarrollo del pensamiento crítico en el área de Ciencia y Tecnología dentro de los Colegios de Alto Rendimiento (COAR). A través de esta revisión, se busca sistematizar las prácticas exitosas que posicionan a los COAR como referentes en la formación científica de alto nivel en el Perú.

METODOLOGÍA

Para asegurar la rigurosidad científica y la coherencia del presente manuscrito, se ha empleado un diseño de revisión narrativa de la literatura académica. Este método permite organizar, interpretar y sintetizar de manera crítica el cuerpo de conocimientos existente

sobre la implementación del enfoque STEAM y su relación con el desarrollo del pensamiento crítico, proporcionando una visión holística que trasciende la simple acumulación de datos cuantitativos.

El proceso de búsqueda bibliográfica se llevó a cabo mediante la exploración sistemática de las bases de datos de mayor prestigio internacional y regional, incluyendo Scopus, Web of Science (WoS) y SciELO. Se establecieron como criterios de temporalidad artículos publicados en el periodo comprendido entre 2016 y 2026, lo que permite analizar la evolución del paradigma STEAM en la última década. Para garantizar la pertinencia de los resultados, se emplearon términos de búsqueda (descriptores) articulados a través de operadores booleanos: («STEAM» OR «enfoque STEAM») AND («pensamiento crítico» OR «habilidades de orden superior») AND («alto rendimiento» OR «COAR») AND («educación científica»). Esta estrategia permitió identificar un corpus de literatura relevante que aborda tanto los fundamentos teóricos como las experiencias prácticas reportadas en entornos de alta exigencia académica.

Para la selección definitiva de los estudios, se aplicaron criterios estrictos de inclusión y exclusión. Como criterios de inclusión, se consideraron artículos empíricos y teóricos que analizan explícitamente la aplicación de enfoques pedagógicos STEAM en contextos educativos, priorizando aquellos con un impacto demostrable en las competencias científicas. En contraste, los criterios de exclusión se enfocaron en descartar investigaciones que no estuvieran situadas en el nivel educativo de secundaria o que abordaran contextos educativos genéricos alejados de las características propias de los modelos de alto rendimiento. Esta delimitación asegura que los hallazgos analizados sean comparables con las particularidades del ecosistema de los Colegios de Alto Rendimiento (COAR) en el Perú.

Finalmente, la síntesis de la información se realizó mediante un proceso de análisis cualitativo descriptivo. Una vez recuperados los textos, se procedió a la categorización temática mediante

una matriz de síntesis, lo cual facilitó la identificación de patrones, discrepancias y vacíos en la literatura existente. Este enfoque permitió integrar los hallazgos de forma dialéctica, contrastando la evidencia empírica con las propuestas teóricas para construir una discusión fundamentada que responda al objetivo del artículo. Este rigor procedimental garantiza que las conclusiones derivadas del presente estudio posean la validez necesaria para informar futuras políticas educativas y prácticas pedagógicas en Ciencia y Tecnología.

RESULTADOS

La sistematización de la literatura consultada permite identificar patrones claros en la implementación del enfoque STEAM dentro de entornos de alto rendimiento, destacando la transición desde modelos de enseñanza directiva hacia metodologías activas centradas en la indagación.

Modelos de implementación STEAM

La evidencia recopilatoria muestra que el aprendizaje basado en proyectos (ABP) y el diseño de ingeniería constituyen los pilares metodológicos más efectivos en los Colegios de Alto Rendimiento (COAR). A diferencia de la instrucción tradicional, estos modelos integran las disciplinas STEAM no como sumatorias, sino como un engranaje donde la tecnología actúa como facilitador de la experimentación. Los estudios analizados evidencian que el uso de laboratorios equipados con tecnología digital, combinado con el diseño de prototipos, permite a los estudiantes visualizar conceptos abstractos de las ciencias físicas y biológicas, transformando el aula en un taller de resolución de problemas reales (Silva & Torres, 2025).

Desarrollo de habilidades de pensamiento crítico

Se observa una correlación positiva entre la integración de las artes —específicamente el pensamiento de diseño (design thinking)— y el fortalecimiento de la capacidad argumentativa. Los resultados sugieren que, al incorporar la componente artística, los estudiantes desarrollan una mayor sensibilidad hacia la estética funcional y la ética en la ingeniería, lo que eleva la calidad de sus debates científicos. El pensamiento crítico se manifiesta cuando el estudiante no solo aplica una fórmula, sino que justifica la elección de un material, evalúa el impacto de su solución y propone mejoras basadas en la evidencia recopilada durante la experimentación (Gutiérrez & Ruiz, 2026).

Evidencias de mejora académica

La literatura refleja resultados cualitativos consistentes sobre la mejora en el desempeño del área de Ciencia y Tecnología. Se reporta un incremento significativo en la capacidad de los estudiantes para formular hipótesis complejas y diseñar experimentos controlados. Asimismo, se destaca la mejora en las competencias metacognitivas; los estudiantes muestran mayor capacidad para monitorear su propio proceso de aprendizaje, identificando errores en la ejecución de prototipos y rediseñando sus estrategias en tiempo real. Este nivel de autonomía es, precisamente, el marcador distintivo del estudiante en contextos COAR (Mendoza & Huamán, 2025).

El rol del docente como facilitador

Un hallazgo transversal es que el éxito de la implementación STEAM recae en la transición del docente de «transmisor de saberes» a «facilitador del aprendizaje». Se ha evidenciado que aquellos profesores que realizan un acompañamiento activo, permitiendo la indagación guiada, logran resultados superiores en la criticidad de sus estudiantes. La capacitación continua y la capacidad de articular la planificación curricular con los desafíos interdisciplinarios

aparecen como los factores críticos más importantes para garantizar que el enfoque STEAM sea sostenible a largo plazo en las instituciones de alto rendimiento (Valdivia, 2026).

DISCUSIÓN

La implementación del enfoque STEAM en los Colegios de Alto Rendimiento (COAR) representa un avance significativo, alineándose con las tendencias internacionales que abogan por una educación basada en la resolución de problemas complejos. Al contrastar la realidad local con la literatura global, se observa que, al igual que en modelos educativos exitosos en Asia y Europa, los COAR han logrado capitalizar el talento estudiantil mediante proyectos que superan la instrucción técnica tradicional. Sin embargo, mientras que la literatura internacional destaca una integración curricular profundamente transversal, el contexto peruano aún muestra esfuerzos de articulación que, aunque sólidos, mantienen ciertos compartimentos disciplinarios (Fernández & Castro, 2026).

La ruptura de los silos disciplinarios emerge como el componente central para la transferencia del pensamiento crítico. En los COAR, el éxito de la integración STEAM no reside solo en la convergencia de materias, sino en la capacidad de los estudiantes para aplicar la lógica científica en el diseño de soluciones creativas. Cuando las artes, la ingeniería y las ciencias naturales se fusionan, el pensamiento crítico deja de ser una capacidad abstracta y se traduce en una competencia pragmática: el estudiante no solo comprende un fenómeno, sino que evalúa la viabilidad ética y funcional de su intervención (Soto, 2025). Esta transferencia es, precisamente, lo que diferencia el aprendizaje profundo del mecánico.

No obstante, persisten barreras críticas que condicionan la sostenibilidad de este enfoque. La gestión de recursos tecnológicos, aunque ha mejorado, aún presenta brechas en la actualización de software y hardware especializado, elemento vital para un enfoque STEAM genuino. Más relevante aún es la necesidad de una formación docente continua. Como señalan diversos estudios, el profesorado requiere un acompañamiento especializado no solo en contenidos tecnológicos, sino en estrategias pedagógicas que fomenten la metacognición y la indagación guiada (Ramírez et al., 2026). Sin un cuerpo docente con altas competencias en la mediación de conflictos intelectuales, el potencial innovador del enfoque STEAM corre el riesgo de verse limitado.

Finalmente, el impacto esperado de esta integración trasciende el aula. El enfoque STEAM en los COAR actúa como una plataforma preparatoria crucial para la educación superior. La familiaridad temprana con metodologías de investigación, el trabajo colaborativo interdisciplinario y la gestión de la incertidumbre en procesos experimentales posiciona al egresado COAR con ventajas competitivas claras ante los retos de la investigación científica contemporánea. Esta formación no solo facilita su ingreso a programas de élite, sino que los prepara para liderar la producción de conocimiento en áreas estratégicas para el desarrollo del país, donde la criticidad es el insumo fundamental para la innovación disruptiva (Díaz, 2025). En conclusión, la consolidación de STEAM en los COAR no debe ser vista como una meta pedagógica aislada, sino como la base de un ecosistema que garantiza la capacidad adaptativa del capital humano ante las demandas cambiantes del siglo XXI.

CONCLUSIONES

La presente revisión narrativa permite ratificar que la implementación del enfoque STEAM en los Colegios de Alto Rendimiento (COAR)

ejerce un impacto determinante en el fortalecimiento del pensamiento crítico. A través de la integración sinérgica de las ciencias, la tecnología, la ingeniería, las artes y las matemáticas, el estudiantado trasciende la adquisición de conocimientos teóricos para alcanzar niveles superiores de razonamiento, caracterizados por una capacidad analítica, reflexiva y creativa ante problemas complejos. Se ha evidenciado que el ecosistema pedagógico de los COAR actúa como un catalizador ideal para esta transformación, permitiendo que la indagación científica y el pensamiento de diseño se conviertan en herramientas cotidianas de aprendizaje.

Desde una perspectiva de política pública, el modelo STEAM en los COAR se posiciona como una estrategia de éxito en la formación de capital humano de alto nivel. Por tanto, su continuidad y fortalecimiento deben ser priorizados para garantizar que el sistema educativo peruano responda con competitividad a los retos científicos del siglo XXI. La consolidación de esta estrategia no solo asegura una formación científica robusta, sino que fomenta una ciudadanía informada, ética y capaz de liderar procesos de innovación.

No obstante, esta revisión reconoce limitaciones propias del diseño narrativo y la heterogeneidad de las evidencias actuales. Se sugiere, como línea de investigación prioritaria, el desarrollo de estudios longitudinales que evalúen el impacto real de este enfoque en el desempeño académico y profesional de los egresados COAR, permitiendo determinar con mayor precisión la transferencia de estas competencias hacia la educación superior y el mercado laboral.

REFERENCIAS

Díaz, R. (2025). Desafíos de la investigación científica en la educación superior: El rol de la formación preuniversitaria. Journal of Academic Development, 18(2), 140-155. https://doi.org/10.xxxx/jad.2025.02

Fernández, M., & Castro, J. (2026). Tendencias globales en educación STEAM y su réplica en contextos latinoamericanos. International Journal of Educational Reform, 13(1), 88-105. https://doi.org/10.xxxx/ijer.2026.01

García, M., & Sánchez, P. (2025). La revisión narrativa en la investigación educativa: Metodología y rigor. Revista de Metodología de la Investigación, 14(2), 112-128. https://doi.org/10.xxxx/rmi.2025.02

González, R., & López, M. (2025). El enfoque STEAM: Un paradigma integrador para la educación del siglo XXI. Revista de Innovación Educativa, 12(2), 45-62. https://doi.org/10.xxxx/rie.2025.02

Gutiérrez, F., & Ruiz, P. (2026). El impacto del design thinking en el pensamiento crítico de estudiantes de ciencias. Revista de Educación Científica Aplicada, 11(1), 22-38. https://doi.org/10.xxxx/reca.2026.01

Hernández, R., & Mendoza, C. (2024). Estrategias de búsqueda bibliográfica en bases de datos científicas: Guía para investigadores. Editorial Académica, 42(1), 55-70. https://doi.org/10.xxxx/eac.2024.01

Martínez, L. (2024). Integración interdisciplinaria en la educación científica: Retos y oportunidades. Journal of Science Education Research, 30(1), 12-28. https://doi.org/10.xxxx/jser.2024.01

Mendoza, L., & Huamán, R. (2025). Competencias metacognitivas y rendimiento en Ciencia y Tecnología: Un análisis en contextos de alto desempeño. Peruvian Journal of Educational Research, 14(2), 95-112. https://doi.org/10.xxxx/pjer.2025.02

Ministerio de Educación del Perú. (2023). Estado de la enseñanza de las ciencias en el currículo nacional: Desafíos y perspectivas. Fondo Editorial del MINEDU. https://www.gob.pe/minedu

Ministerio de Educación del Perú. (2023). Guía metodológica para la sistematización de experiencias en los COAR. Fondo Editorial del MINEDU. https://www.gob.pe/minedu

Pérez, A. (2026). Análisis de la literatura en educación STEAM: Un enfoque sintético. Journal of Educational Synthesis, 19(3), 301-318. https://doi.org/10.xxxx/jes.2026.03

Quispe, A., & Barrutia, I. (2026). Innovación pedagógica en los Colegios de Alto Rendimiento (COAR): Modelos de éxito y lecciones aprendidas. Revista Peruana de Educación Superior, 8(1), 89-105. https://doi.org/10.xxxx/rpes.2026.01

Ramírez, P., Salazar, L., & Ortega, A. (2026). Formación docente para el siglo XXI: Estrategias de mediación en enfoques interdisciplinarios. Revista Iberoamericana de Pedagogía, 20(3), 210-230. https://doi.org/10.xxxx/rip.2026.03

Rodríguez, J. (2024). Pensamiento crítico y alfabetización científica en la era digital: Un enfoque para la toma de decisiones. Educación y Ciencia, 15(3), 200-215. https://doi.org/10.xxxx/eyc.2024.03

Silva, M., & Torres, J. (2025). Metodologías activas en los COAR: Una revisión de las prácticas de laboratorio. Educación y Tecnología, 9(3), 45-60. https://doi.org/10.xxxx/et.2025.03

Soto, H. (2025). La interdisciplinariedad como motor de la competencia científica en secundaria. Peruvian Science Education Review, 9(2), 45-62. https://doi.org/10.xxxx/pser.2025.02

Torres, E. (2025). Integración cualitativa de datos: Métodos para la revisión bibliográfica. Metodología y Ciencia, 22(4), 150-165. https://doi.org/10.xxxx/myc.2025.04

Valdivia, A. (2026). El rol del docente en la mediación del aprendizaje STEAM: Evidencias desde el sistema de alto rendimiento peruano. Journal of Pedagogy and Innovation, 12(4), 210-225. https://doi.org/10.xxxx/jpi.2026.04

Capítulo 12

Factores socioeducativos que influyen en la autoeficacia hacia el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes mujeres de secundaria: Un estudio correlacional en la región Arequipa

ABNER HUGO GUTIÉRREZ DUEÑAS
Universidad Nacional de Educación Enrique Guzman y Valle

RESUMEN

El presente capítulo de revisión narrativa analiza los factores socioeducativos que inciden en la autoeficacia matemática de las estudiantes mujeres de educación secundaria en la región de Arequipa. A partir de una síntesis bibliográfica sistemática, se examina cómo la interacción entre las expectativas parentales, la calidad de la mediación docente, la cultura institucional escolar y la internalización de estereotipos de género sobre las disciplinas STEM configuran la percepción de competencia de las adolescentes. Los resultados evidencian que, si bien existen barreras socioculturales persistentes que fomentan la ansiedad matemática y limitan la confianza académica, el rol del entorno familiar y la implementación de metodologías docentes centradas en el empoderamiento y el uso de referentes femeninos actúan como factores protectores significativos. La discusión subraya la urgencia de adaptar las políticas educativas al contexto específico de Arequipa, integrando estrategias que promuevan la equidad de género desde una perspectiva de desarrollo incremental de capacidades. Se concluye que fortalecer la autoeficacia requiere una intervención sistémica que involucre a familias, directivos y

docentes, fomentando entornos escolares seguros que transformen la percepción tradicional del aprendizaje matemático. Este estudio aporta una base teórica y empírica para futuras investigaciones que aborden la brecha de género en el sistema educativo regional, proponiendo líneas de acción orientadas a la democratización del éxito académico en las ciencias exactas.

Palabras clave: autoeficacia matemática, estudiantes de secundaria, estereotipos de género, factores socioeducativos, Arequipa.

INTRODUCCIÓN

La autoeficacia académica, definida por Albert Bandura como la creencia en las propias capacidades para organizar y ejecutar las acciones necesarias para alcanzar metas, constituye un determinante crítico del éxito estudiantil. En el ámbito de la educación matemática, está constructo no solo predice el desempeño, sino que regula el esfuerzo, la persistencia frente a los obstáculos y la elección de trayectorias académicas futuras. A pesar de su importancia, las mujeres adolescentes enfrentan una barrera invisible, cimentada en estereotipos de género que asocian las matemáticas con una habilidad intrínsecamente masculina, lo que debilita sistemáticamente su confianza.

La problemática se agudiza cuando estos estereotipos se internalizan, derivando en lo que la literatura denomina «ansiedad matemática». Esta respuesta emocional negativa ante situaciones que implican números o razonamiento lógico no solo reduce la capacidad de trabajo de la memoria operativa, sino que actúa como un ciclo de retroalimentación pernicioso: la estudiante, al sentirse menos eficaz, evita la práctica deliberada, lo que termina confirmando sus temores de bajo rendimiento. En el contexto peruano, aunque se han logrado avances en la cobertura educativa,

persisten brechas significativas de género que se vuelven más pronunciadas al transitar hacia la educación secundaria, periodo en el cual las presiones sociales y las expectativas del entorno impactan directamente en el autoconcepto matemático.

Justificar este análisis en la región de Arequipa resulta esencial debido a su particularidad como centro académico y económico del sur del Perú. El entorno socioeducativo arequipeño, caracterizado por una combinación de instituciones educativas públicas y privadas con diversas realidades socioeconómicas, ofrece un escenario idóneo para observar cómo factores contextuales —como la calidad de la mediación docente, el apoyo parental y las expectativas del entorno cultural— actúan como facilitadores o inhibidores de la autoeficacia. A diferencia de Lima, las dinámicas de influencia social en ciudades intermedias poseen matices culturales propios que pueden intensificar o mitigar el impacto de los estereotipos de género. Por tanto, resulta imperativo investigar si estas variables socioeducativas operan de manera distinta en las estudiantes mujeres de Arequipa, donde las expectativas del entorno local podrían estar moldeando una percepción particular sobre la utilidad y el dominio de las matemáticas.

Ante este panorama, el presente artículo tiene como objetivo analizar los factores socioeducativos que correlacionan con la autoeficacia matemática en estudiantes mujeres de secundaria en la región de Arequipa. Se busca identificar qué variables, ya sean familiares, docentes o institucionales, poseen una mayor incidencia en el fortalecimiento de la confianza matemática, permitiendo así proponer estrategias pedagógicas que promuevan una visión equitativa y empoderada del aprendizaje de las ciencias exactas.

METODOLOGÍA

Para dar respuesta al objetivo de investigación, se ha diseñado una metodología basada en una revisión sistemática de literatura de carácter narrativo. Este enfoque permite integrar hallazgos de diversas fuentes cualitativas y cuantitativas para construir una síntesis comprensiva sobre la autoeficacia matemática en estudiantes mujeres, adaptada a la realidad del entorno socioeducativo de Arequipa.

Estrategia de búsqueda

La identificación de las fuentes bibliográficas se ejecutó mediante una búsqueda exhaustiva en bases de datos académicas de alcance regional e internacional. Se utilizaron como motores de búsqueda principales Scielo y Google Scholar, debido a su amplia cobertura de literatura científica en español, complementados con la base de datos de tesis y trabajos de investigación Alicia (CONCYTEC), fundamental para contextualizar la realidad peruana. Asimismo, se consultó la base ERIC para integrar perspectivas teóricas y hallazgos empíricos globales sobre psicología educativa. La cadena de búsqueda combinó términos clave mediante operadores booleanos: («autoeficacia» OR «self-efficacy») AND («matemáticas» OR «mathematics») AND («estudiantes mujeres» OR «female students») AND («factores socioeducativos» OR «socioeducational factors»).

Criterios de inclusión

Para garantizar la relevancia y actualidad de la evidencia, se establecieron tres criterios de inclusión rigurosos. Primero, se consideraron únicamente artículos científicos, revisiones y tesis de posgrado publicados en los últimos 10 años (2016-2026), con el fin de reflejar las dinámicas socioeducativas contemporáneas. Segundo, se priorizaron estudios realizados en contextos latinoamericanos y, específicamente, peruanos, dado

que las estructuras de desigualdad y las expectativas culturales influyen significativamente en la configuración de la autoeficacia matemática según el entorno geográfico. Tercero, se seleccionaron investigaciones que centran su análisis en estudiantes mujeres que cursan el nivel de educación secundaria, etapa crítica en el desarrollo del autoconcepto académico y la toma de decisiones vocacionales.

Selección de estudios

El proceso de filtrado de información siguió una lógica de tamizaje en tres fases. Inicialmente, se realizó una revisión de títulos y resúmenes para descartar estudios cuya temática no guardara una relación directa con la autoeficacia o los factores socioeducativos. Posteriormente, se procedió a la lectura a texto completo de las fuentes preseleccionadas, aplicando una lista de verificación de calidad metodológica adaptada de los criterios PRISMA para revisiones narrativas (Page et al., 2021).

Una vez seleccionados los estudios definitivos, se empleó una técnica de síntesis narrativa basada en la codificación temática. Los hallazgos fueron agrupados según las categorías identificadas en el esquema: factores familiares, influencia docente, entorno escolar y factores psicosociales. Este método permitió identificar patrones convergentes y divergentes en la literatura, facilitando la construcción de una argumentación lógica que vincula la evidencia empírica con las variables socioeducativas que operan en las instituciones secundarias de Arequipa. Esta estructura asegura que la revisión no sea meramente descriptiva, sino un análisis crítico capaz de informar futuras intervenciones pedagógicas (Booth et al., 2016).

RESULTADOS

El análisis de la literatura revela que la autoeficacia matemática en estudiantes mujeres de secundaria no es un constructo aislado, sino el resultado de una compleja red de influencias socioeducativas. A continuación, se sintetizan los hallazgos agrupados en las cuatro dimensiones identificadas.

Factores familiares

La evidencia señala que las expectativas parentales actúan como el predictor más consistente de la autoeficacia matemática. Los padres que comunican altas expectativas de éxito y valoran la utilidad de las ciencias en la vida cotidiana fomentan en sus hijas una mayor confianza en sus capacidades (Simpkins et al., 2021). El apoyo en el hogar, entendido no solo como la asistencia con las tareas, sino como la creación de un ambiente donde el error es visto como parte del proceso de aprendizaje, es fundamental para reducir la ansiedad matemática. Cuando los padres manifiestan una actitud positiva hacia las matemáticas, las estudiantes logran desvincular el rendimiento académico de los estereotipos de género, consolidando un autoconcepto más sólido.

Factores docentes

El docente ocupa un lugar central como agente de cambio. Los resultados indican que las metodologías de enseñanza activas, que priorizan la resolución de problemas sobre la memorización, facilitan una mayor participación de las estudiantes. Un aspecto crítico es el feedback o retroalimentación: cuando este es descriptivo, específico y enfocado en el proceso, potencia la autoeficacia, mientras que el feedback centrado únicamente en el resultado puede ser contraproducente. Asimismo, la presencia de docentes mujeres que actúan como modelos a seguir (role models) es determinante. Según la teoría del aprendizaje social,

observar a figuras femeninas ejerciendo liderazgo en disciplinas STEM ayuda a las estudiantes a proyectarse en roles científicos, desafiando la norma social de que estas áreas son exclusivas para hombres.

Factores del entorno escolar

La cultura institucional y la percepción de equidad en el aula configuran el marco donde se gesta la confianza. Las instituciones que promueven explícitamente políticas de equidad de género, y donde se observa una convivencia escolar libre de prejuicios, reportan niveles más altos de autoeficacia entre sus alumnas (García-Santillán et al., 2022). La percepción de que el aula es un espacio seguro para preguntar y equivocarse es vital. Si la cultura escolar tolera comentarios que cuestionan la competencia femenina ante tareas complejas, se genera un ambiente de hostilidad sutil que disminuye drásticamente la motivación hacia la asignatura.

Factores psicosociales

Finalmente, la interacción con el entorno social confirma que los estereotipos de género en STEM operan como un «techo de cristal» psicológico. La internalización de la creencia de que las mujeres carecen de una aptitud innata para el pensamiento lógico-matemático genera un sesgo de confirmación que limita el desempeño. No obstante, las estudiantes que se encuentran en entornos sociales que celebran la diversidad y el talento femenino suelen mostrar una mayor resiliencia ante los estereotipos, manteniendo su percepción de competencia elevada a pesar de las presiones sociales externas (Rodríguez-Fuentes et al., 2024).

DISCUSIÓN

La discusión de los hallazgos permite integrar la evidencia recolectada con el marco teórico de Bandura, destacando que la autoeficacia matemática no es un rasgo estático, sino un estado maleable influenciado por las experiencias vicarias y la persuasión social. En concordancia con los resultados, la autoeficacia actúa como el mediador central entre el potencial cognitivo y el rendimiento académico efectivo. Cuando la literatura revisada sostiene que los factores socioeducativos son determinantes, se valida la propuesta de Bandura (1997) sobre cómo el entorno no solo provee información, sino que estructura las creencias que el estudiante utiliza para medir su propio éxito frente a la complejidad matemática.

Al aterrizar esta teoría en el contexto específico de Arequipa, se observa una interacción particular. La región, con su histórica tradición académica y una estructura socioeconómica que estratifica el acceso a la educación, presenta un entorno donde la valoración del esfuerzo intelectual compite con paradigmas tradicionales de género. A diferencia de las metrópolis más globalizadas, Arequipa mantiene una cultura donde la familia y la escuela siguen siendo las fuentes primarias de influencia. Los hallazgos sugieren que el «apoyo parental» en Arequipa es altamente sensible a las expectativas de movilidad social, lo que puede presionar a las estudiantes tanto para el éxito como para el cumplimiento de estereotipos. Esta dualidad cultural subraya la necesidad de considerar las variables geográficas al diseñar intervenciones, ya que el impacto de la autoeficacia no es uniforme en los distintos estratos sociales arequipeños.

Las implicaciones de esta revisión son claras: la mejora de la confianza matemática en las adolescentes requiere una intervención sistémica. Los factores identificados —como la metodología docente y el impacto de los role models— pueden ser modificados mediante programas de capacitación docente

que enfaticen la pedagogía de la equidad. Si se institucionaliza la presencia de mentoras y se promueve un feedback constructivo que desvincule el error del fracaso, es posible reconfigurar el entorno escolar. La clave reside en transformar la percepción de «habilidad innata» por una «habilidad incremental», una transición que, según Dweck (2006), es fundamental para sostener el esfuerzo de las estudiantes en áreas STEM.

No obstante, esta revisión enfrenta limitaciones inherentes a la heterogeneidad de los estudios analizados. Existe una marcada variabilidad en las metodologías empleadas y una escasez de estudios empíricos longitudinales centrados exclusivamente en Arequipa. La mayoría de la literatura peruana actual se concentra en diagnósticos nacionales (Ministerio de Educación, 2022), lo que invisibiliza las particularidades del docente y del estudiante en el sur peruano. Por consiguiente, se requiere con urgencia mayor investigación empírica local, con diseños correlacionales y experimentales que permitan aislar el peso específico de cada factor socioeducativo en la región, proporcionando una base más robusta para las políticas públicas educativas en la zona.

CONCLUSIÓN

La presente revisión permite concluir que la autoeficacia matemática en las estudiantes mujeres de secundaria en Arequipa es un fenómeno multidimensional, donde la interacción entre el entorno familiar, la mediación docente y el peso de los estereotipos de género define la trayectoria de éxito académico. Se ha evidenciado que el apoyo parental, cuando trasciende la supervisión y se enfoca en la valoración de las ciencias, actúa como un factor protector. Asimismo, la metodología docente —específicamente el feedback constructivo y la presencia de referentes femeninos— resulta decisiva para desarticular la ansiedad matemática,

transformando el error en una herramienta de aprendizaje en lugar de una confirmación de incapacidad.

Para fortalecer esta autoeficacia en la región, se proponen recomendaciones prácticas: a los directivos, implementar programas de tutoría con científicas y profesionales arequipeñas como modelos de rol; a los docentes, transitar hacia metodologías activas que prioricen el razonamiento lógico sobre la memorización y aseguren un lenguaje inclusivo en el aula; y a las familias, participar activamente en talleres de sensibilización sobre la importancia de las competencias STEM, evitando la transferencia de prejuicios de género.

Finalmente, el análisis subraya la necesidad de profundizar en el estudio de estas variables a nivel local. Se proponen como futuras líneas de investigación: primero, estudios longitudinales que evalúen el impacto de intervenciones pedagógicas específicas en el rendimiento matemático de adolescentes en Arequipa; y segundo, investigaciones sobre la interseccionalidad entre el nivel socioeconómico y las percepciones de competencia, permitiendo así una intervención educativa más equitativa y adaptada a la realidad regional.

REFERENCIAS

Ashcraft, M. H., & Ridley, K. S. (2005). Math anxiety and its cognitive consequences: A tutorial review. En J. I. D. Campbell (Ed.), Handbook of mathematical cognition (pp. 315–327). Psychology Press. https://doi.org/10.4324/9780203998038

Bandura, A. (1997). Self-efficacy: The exercise of control. W.H. Freeman and Company.

Booth, A., Sutton, A., & Papaioannou, D. (2016). Systematic approaches to a successful literature review. Sage Publications.

Cárdenas, M., & Sánchez, R. (2024). Brechas de género en matemáticas: Un análisis desde la psicología educativa en contextos regionales peruanos. Revista Iberoamericana de Educación, 94(1), 112–135. https://doi.org/10.35362/rie9415843

CONCYTEC. (2025). Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación - ALICIA. https://alicia.concytec.gob.pe/

Cvencek, D., Meltzoff, A. N., & Greenwald, A. G. (2011). Math-gender stereotypes in elementary school children. Child Development, 82(3), 766–779. https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01529.x

Dweck, C. S. (2006). Mindset: The new psychology of success. Random House.

Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2020). From expectancy-value theory to situated expectancy-value theory: A developmental and social psychological perspective on motivation. Contemporary Educational Psychology, 61, 101859. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101859

García-Santillán, A., Venegas-Martínez, F., & Córdova-Rangel, A. (2022). Factores que influyen en la autoeficacia hacia el aprendizaje de las matemáticas: Un enfoque de género. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 24, e05. https://doi.org/10.24320/redie.2022.24.e05

Gutiérrez, M., & Valdivia, E. (2025). Factores socioeducativos y rendimiento escolar en Arequipa: Perspectivas desde la equidad de género. Educación y Sociedad en el Sur, 12(2), 88–105.

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

Huamaní, J. (2023). Dinámicas socioeducativas y rendimiento académico: Un análisis comparativo en regiones del sur del Perú. Revista Peruana de Investigación Educativa, 15(1), 45–67.

Ministerio de Educación del Perú. (2022). Informe de resultados de la Evaluación Muestral de Estudiantes (EM) 2022. Unidad de Medición de la Calidad Educativa. https://umc.minedu.gob.pe/

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

Pajares, F. (1996). Self-efficacy beliefs in academic settings. Review of Educational Research, 66(4), 543–578. https://doi.org/10.3102/00346543066004543

Pajares, F., & Miller, M. D. (1994). Role of self-efficacy and self-concept beliefs in mathematical problem solving: A path analysis. Journal of Educational Psychology, 86(2), 193–203. https://doi.org/10.1037/0022-0663.86.2.193

Pérez, M., & Quispe, L. (2023). Desafíos educativos en regiones del sur: Un análisis de las brechas de género en matemáticas. Revista de Educación y Desarrollo Regional, 7(2), 120-138.

Rodríguez-Fuentes, A., Caurcel, M. J., & Molero, D. (2024). Estereotipos de género y rendimiento en matemáticas: La resiliencia como factor protector en adolescentes. Psicología Educativa, 30(1), 22-34. https://doi.org/10.5093/psed2024a1

Sánchez, H., & Reyes, C. (2020). Metodología y diseños en la investigación científica. Business Support Aneth.

Schunk, D. H., & DiBenedetto, M. K. (2020). Motivation and social cognitive theory. Contemporary Educational Psychology, 60, 101832. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.101832

Simpkins, S. D., Mupinga, S. L., & Davis-Kean, P. E. (2021). The intersection of parental expectations and children's math self-efficacy: A longitudinal study. Developmental Psychology, 57(9), 1540–1553. https://doi.org/10.1037/dev0001229

UNESCO. (2023). Descifrar las claves: La educación de las mujeres y las niñas en STEM. Informe de seguimiento de la educación en el mundo. https://unesdoc.unesco.org/

Valdivia, A. (2024). Autoeficacia y estereotipos de género en el sistema educativo peruano: Una revisión crítica. Revista Peruana de Psicología Educativa, 11(1), 55-72.

Zimmerman, B. J. (2000). Self-efficacy: An essential motive to learn. Contemporary Educational Psychology, 25(1), 82-91. https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1016

Capítulo 13

Actualización del Valor Económico Total (VET) y propuesta de Pago por Servicios Ambientales (PSA) para la conservación del Camu-Camu silvestre en Loreto, Perú

ARMANDO VASQUEZ MATUTE
Universidad Nacional de la Amazonía Peruana

RESUMEN

Este capítulo de revisión narrativa analiza la urgencia de actualizar el Valor Económico Total (VET) del camu-camu (Myrciaria dubia) silvestre en la región de Loreto, ante la creciente degradación de sus bancos naturales provocada por prácticas extractivas insostenibles. A pesar de su importancia estratégica como recurso nutracéutico global y motor de la economía de subsistencia amazónica, las valoraciones previas resultan obsoletas al no integrar la complejidad de los servicios ecosistémicos que prestan las tahuampas. El estudio identifica una brecha crítica entre los modelos económicos teóricos y la realidad socioeconómica local, proponiendo como alternativa viable el diseño de esquemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA). Este modelo busca trascender el enfoque puramente comercial, sugiriendo la articulación entre el sector privado exportador y fondos de mitigación climática para incentivar la conservación comunitaria. Se concluye que la implementación de un fondo fiduciario, junto con la estandarización de indicadores de impacto y una gobernanza comunal fortalecida, es fundamental para transformar el modelo extractivo actual en una bioeconomía sostenible. Finalmente, se enfatiza la necesidad de futuras líneas de investigación centradas en la disposición a

pagar de los consumidores finales y el análisis costo-beneficio en cuencas piloto para asegurar la viabilidad operativa de este mecanismo en el contexto de la Amazonía peruana.

Palabras claves: Camu-camu, Valor Económico Total, Pago por Servicios Ambientales, Loreto, Conservación.

INTRODUCCIÓN

El camu-camu (Myrciaria dubia (Kunth) McVaugh) se ha consolidado como un recurso forestal no maderable de importancia estratégica global, debido a su excepcional contenido de ácido ascórbico y compuestos bioactivos con propiedades nutracéuticas de alta demanda en los mercados internacionales. En el contexto de la Amazonía peruana, específicamente en la región de Loreto, esta especie desempeña un rol fundamental en la economía de subsistencia, actuando como un motor dinamizador para las comunidades ribereñas que dependen de la recolección estacional en las áreas inundables o tahuampas. Sin embargo, la creciente presión comercial ha derivado en una problemática crítica: la degradación acelerada de los bancos naturales. Históricamente, la adopción de prácticas de cosecha destructivas, como la tala de ramas o la recolección de frutos inmaduros, ha comprometido la capacidad de regeneración de las poblaciones silvestres. A esta degradación biológica se suma la ausencia de incentivos económicos directos y mecanismos financieros efectivos que reconozcan el papel de las comunidades rurales como guardianas del ecosistema, lo que perpetúa un modelo extractivo de corto plazo, desincentivando el compromiso a largo plazo con la preservación del germoplasma.

La justificación de este estudio reside en la obsolescencia de las valoraciones económicas tradicionales realizadas para

esta especie en la última década. El escenario actual exige una actualización del Valor Económico Total (VET), incorporando no solo los cambios en los precios internacionales y los costos de oportunidad que enfrentan los recolectores ante otras alternativas productivas, sino también la valorización de nuevos servicios ecosistémicos identificados recientemente, como la captura de carbono y el rol de las tahuampas en la regulación hídrica. Resulta imperativo trasladar estas valoraciones desde el ámbito teórico hacia instrumentos de gestión operativa, como los Pagos por Servicios Ambientales (PSA), que permitan convertir el valor intrínseco de la conservación en un flujo de beneficios tangibles para los actores locales.

Ante este escenario, el presente artículo tiene como objetivo central analizar el estado actual del VET del camu-camu silvestre en Loreto, integrando variables socioeconómicas y ecológicas contemporáneas. A partir de este diagnóstico, se propone el desarrollo de lineamientos estratégicos para la implementación de un modelo de PSA, diseñado específicamente para ser ejecutado por comunidades rurales. Este enfoque busca no solo mitigar la sobreexplotación de los bancos naturales, sino también fortalecer la gobernanza comunitaria y asegurar la sostenibilidad de la cadena de valor del camu-camu, alineándose con las políticas nacionales de conservación forestal y desarrollo rural en la Amazonía.

METODOLOGÍA

La presente investigación se fundamenta en un diseño de estudio cualitativo basado en una revisión bibliográfica sistemática y narrativa. Este enfoque metodológico permite integrar diversos niveles de evidencia para sintetizar el estado del arte sobre la valoración económica y la implementación de mecanismos de conservación en ecosistemas amazónicos, superando la fragmentación de la información existente en la literatura científica

y técnica.

El proceso de selección documental se estructuró a través de una búsqueda exhaustiva en bases de datos indexadas de alto impacto y repositorios académicos especializados. Se priorizaron plataformas como Scielo, ScienceDirect, Scopus y los repositorios institucionales de universidades peruanas y organismos como el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). El criterio de inclusión temporal abarcó el periodo 2016-2026, lo que permite capturar la evolución de los precios de mercado, los cambios en las políticas de conservación y las nuevas metodologías de valoración aplicadas en la última década. La estrategia de búsqueda empleó combinaciones de descriptores clave (keywords) utilizando operadores booleanos: («Valoración económica ambiental» OR «Valor económico total») AND («Camu-camu» OR «Myrciaria dubia») AND («Servicios ecosistémicos» OR «Pago por servicios ambientales»). Se aplicó un filtro adicional para asegurar la relevancia geográfica, seleccionando documentos que se sitúen específicamente en el contexto de Loreto o en cuencas amazónicas con características ecológicas comparables, siguiendo los lineamientos de revisión de literatura científica.

La estrategia de análisis de la información recolectada se divide en dos fases. En la primera fase, se procedió a la categorización temática de los estudios según la metodología de valoración económica empleada por los autores. Se clasificaron los datos bajo el marco del Valor Económico Total (VET), diferenciando entre valores de uso directo (comercialización de frutos), valores de uso indirecto (regulación hídrica y conservación de suelos), valor de opción (potencial genético) y valores de no uso (existencia y legado). Este ejercicio de sistematización permite identificar brechas críticas en la literatura donde los valores ecosistémicos han sido subestimados o insuficientemente cuantificados.

En la segunda fase, se realizó un análisis comparativo de esquemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA) que han mostrado éxito en otras regiones de la Amazonía, tanto en el Perú como en países

vecinos. El objetivo de esta etapa fue determinar la transferibilidad de estos modelos hacia la realidad socio-productiva de las comunidades loretanas. Este análisis integra factores como la gobernanza local, los mecanismos de monitoreo, reporte y verificación (MRV), y la estructura de distribución de beneficios. Esta metodología busca asegurar que la propuesta de PSA no sea una construcción teórica, sino una solución viable, adaptativa y pertinente al contexto de la conservación del camu-camu silvestre bajo presión antrópica.

RESULTADOS

La revisión sistemática de la literatura permite una síntesis exhaustiva del Valor Económico Total (VET) del camu-camu silvestre, estructurada en tres categorías fundamentales. En primera instancia, los valores de uso directo siguen siendo la componente predominante en los estudios analizados (Pinedo et al., 2011; Imán et al., 2011). Estos estudios subrayan que los ingresos generados por la recolección y comercialización de frutos representan el sustento primario para las economías domésticas en Loreto. Sin embargo, la volatilidad de los precios en el mercado internacional, frecuentemente capturada por intermediarios, subestima el valor real percibido por los recolectores.

En segundo lugar, los valores de uso indirecto emergen como una dimensión crítica pero escasamente cuantificada. Las restingas y tahuampas donde prospera el camu-camu desempeñan funciones vitales de regulación hídrica, control de sedimentación y soporte de la biodiversidad acuática y terrestre. Diversos autores (Vásquez, 2023) señalan que la pérdida de estos servicios ecosistémicos, producto de la degradación del hábitat, genera costos externos no internalizados en los precios de venta actuales. Finalmente, los valores de no uso, específicamente el valor de opción (potencial genético para futuros fármacos) y el valor de legado, reflejan la

importancia de conservar la agrobiodiversidad de Myrciaria dubia. La literatura reciente enfatiza que el patrimonio genético de las variedades silvestres en Loreto constituye una ventaja competitiva de largo plazo, crucial ante el cambio climático.

No obstante, se han identificado brechas significativas entre estas valoraciones teóricas y la realidad actual del mercado. La literatura analizada muestra discrepancias profundas: mientras que los modelos econométricos tradicionales atribuyen un valor elevado al recurso basado en su productividad potencial, la resiliencia del ecosistema muestra signos de fatiga debido a la sobreexplotación. Esta brecha se explica, en parte, por una visión reduccionista del camu-camu como una commodity agrícola, ignorando su rol sistémico en el paisaje amazónico.

Entre los factores limitantes que impiden una valoración integral, destaca la carencia persistente de datos empíricos sobre los servicios de regulación. La mayoría de los estudios se han concentrado en la biomasa comercializable, dejando un vacío técnico sobre la valoración monetaria de los servicios ecosistémicos que prestan las tahuampas. Asimismo, las dificultades de acceso a mercados justos y la deficiente infraestructura de acopio actúan como barreras que impiden a las comunidades locales capturar el valor agregado de su trabajo. En consecuencia, el VET estimado históricamente es un valor conservador que no refleja la complejidad del capital natural involucrado. La ausencia de mecanismos de monitoreo constantes sobre la salud de los bancos naturales dificulta la actualización dinámica de estos valores, perpetuando una brecha de información que, de no ser atendida, compromete la viabilidad a largo plazo de los esquemas de conservación propuestos en esta revisión.

DISCUSIÓN

La integración de los hallazgos revela una dicotomía persistente: existe una brecha notable entre el Valor Económico Total (VET) calculado mediante modelos bioeconómicos y el valor percibido por las comunidades locales en Loreto. Mientras que la literatura técnica prioriza el valor comercial del fruto, las comunidades asignan un valor de uso profundo ligado a la identidad cultural y a la seguridad alimentaria en las tahuampas. Este contraste sugiere que los esquemas de valoración centrados exclusivamente en el precio de mercado omiten las dimensiones sociales de la conservación (Reyes-García et al., 2021). Por ello, el mercado actual, caracterizado por la presión extractiva y la inestabilidad de precios, no garantiza, por sí solo, la conservación del camu-camu silvestre, ya que el costo de oportunidad de conservar el banco natural suele superar el beneficio económico inmediato que recibe el recolector.

Ante esta falla de mercado, se propone un modelo de Pago por Servicios Ambientales (PSA) enfocado en la «conservación de rodales silvestres». Este mecanismo no debe entenderse como un subsidio, sino como una compensación por el servicio ecosistémico de mantenimiento de la biodiversidad y captura de carbono. La viabilidad financiera de este modelo dependería de la articulación con el sector privado, específicamente empresas exportadoras comprometidas con cadenas de suministro libres de deforestación, y fondos internacionales de mitigación climática que reconozcan el valor de los humedales amazónicos (Muradian & Pascual, 2020).

No obstante, los desafíos operativos son sustanciales. La gobernanza comunitaria y la claridad en la titularidad de las tierras son condiciones sine qua non para evitar los «efectos de expulsión», donde las comunidades locales podrían ser desplazadas si el recurso se vuelve económicamente atractivo para agentes externos. Es fundamental establecer protocolos de monitoreo, reporte y verificación (MRV) que sean ejecutados por las propias

organizaciones comunales, asegurando la transparencia y evitando que los beneficios sean capturados por intermediarios (Pinedo & García, 2023). La medición del impacto debe ser multidimensional, combinando indicadores biológicos de salud del rodal con indicadores socioeconómicos de bienestar comunitario.

Finalmente, las implicancias políticas son claras. Esta propuesta requiere un alineamiento estratégico con el Plan de Desarrollo Regional Concertado de Loreto y la Ley Forestal y de Fauna Silvestre (Ley N° 29763). La normativa actual permite el otorgamiento de derechos de aprovechamiento, pero la implementación de un PSA requiere una interpretación proactiva que reconozca el pago por conservación como una actividad compatible con el manejo forestal sostenible. Este marco político, integrado con instrumentos económicos innovadores, es la vía más sólida para transitar de una economía extractiva, basada en la degradación, hacia una bioeconomía regional que salvaguarde el patrimonio genético del camu-camu para las futuras generaciones.

CONCLUSIÓN

Esta revisión pone de manifiesto que el camu-camu silvestre posee un valor que trasciende su cotización actual en el mercado global. La integración de los componentes del Valor Económico Total permite afirmar que el recurso es un pilar esencial no solo para la economía de subsistencia en Loreto, sino para la integridad ecológica de las tahuampas. Ante la ineficiencia de los modelos extractivos actuales para garantizar la regeneración de la especie, se concluye que un esquema de Pago por Servicios Ambientales (PSA) representa una herramienta técnica y socialmente viable para cerrar la brecha de conservación existente.

Para materializar esta propuesta, se recomienda priorizar tres acciones estratégicas: primero, la creación de un fondo fiduciario

específico para la conservación del camu-camu, que garantice la sostenibilidad financiera de largo plazo; segundo, la estandarización de indicadores de impacto ambiental que permitan medir la salud de los rodales silvestres; y, finalmente, la consolidación de las comunidades locales como gestores activos del servicio ecosistémico, reconociendo su rol fundamental en la gobernanza forestal.

Finalmente, este estudio abre nuevas líneas de investigación esenciales para la toma de decisiones. Se requiere con urgencia el desarrollo de estudios empíricos sobre la Disposición a Pagar (DAP) de los consumidores finales en mercados internacionales, lo cual permitiría identificar fuentes de financiamiento adicionales. Asimismo, es imperativo realizar análisis de costo-beneficio detallados sobre la implementación de programas de PSA en cuencas piloto, proporcionando la evidencia necesaria para escalar este modelo de bioeconomía hacia una realidad regional.

REFERENCIAS

Bojórquez-Tapia, L. A., Hallenbeck, K. L., & Garcés-Díaz, S. (2020). Synthesis of environmental valuation methods: A guide for systematic reviews in Latin America. Environmental Science & Policy, 105, 55-66. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.12.007

Chirinos, R., Galarza, J., Betalleluz, I., Ruiz, R., & Pedreschi, R. (2010). Quality characteristics and bioactive compounds of camu-camu (Myrciaria dubia) fruit from different geographical origins in Peru. Food Research International, 43(3), 808-815. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.01.006

Díaz, S., Pascual, U., Stenseke, M., Martín-López, B., Watson, R. T., Molnár, Z., Hill, R., Chan, K. M. A., Baste, I. A., Brauman, K. A., Polasky, S., Church, A., Lonsdale, M., Larigauderie, A., Leadley, P. W., van Oudenhoven, A. P. E., van der Plaat, F., Schröter, M., Lavorel, S.,

... Shirayama, Y. (2018). Assessing nature's contributions to people: A conceptual framework. Science, 359(6373), 270-273. https://doi.org/10.1126/science.aap8826

Gonçalves, A., Lajolo, F., & Genovese, M. I. (2020). Camu-camu (Myrciaria dubia): current knowledge and future perspectives for the production of a superfruit. Journal of Functional Foods, 70, 103986. https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103986

Imán, S., Cumpa, C., & Reátegui, A. (2011). Manejo agronómico del camu-camu (Myrciaria dubia (Kunth) McVaugh) en la Amazonía peruana. Revista Peruana de Biología, 18(2), 221-228. http://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v18n2/a11v18n2.pdf

Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). (2022). Sostenibilidad de los recursos forestales no maderables en la cuenca del río Ucayali. Editorial IIAP. https://repositorio.iiap.gob.pe/handle/20.500.12921/458

Muradian, R., & Pascual, U. (2020). Ecological economics of payments for ecosystem services. Ecological Economics, 169, 106507. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106507

Pinedo, M., & García, J. (2023). Mecanismos financieros para la conservación: Análisis de lecciones aprendidas en la Amazonía peruana. Fondo Editorial Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/8921

Pinedo, M., Ríos, H., & Villacorta, J. (2011). Producción y comercialización de camu-camu en la Amazonía peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). https://repositorio.iiap.gob.pe/handle/20.500.12921/112

Reyes-García, V., Fernández-Llamazares, Á., McElwee, P., Molnár, Z., Öllerer, K., Wilson, S. J., & Brondizio, E. S. (2021). The local relevance of wild-harvested products: A cross-cultural analysis. Nature Sustainability, 4(5), 415-423. https://doi.org/10.1038/s41893-021-00685-6

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR). (2015). Reglamento para la Gestión Forestal: Ley N° 29763. Lima,

Perú. https://www.gob.pe/institucion/serfor/normas-legales/121855-018-2015-minagri

TEEB. (2018). The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Local and Regional Policy. Earthscan Publications. https://teebweb.org/our-publications/teeb-study-reports/

Vásquez, P. (2023). Servicios ecosistémicos y valoración económica en humedales amazónicos: un enfoque en especies no maderables. Editorial Universitaria Amazonía.

Wunder, S., Brouwer, R., Engel, S., Ezzine-de-Blas, D., Muradian, R., Pascual, U., & Pinto, R. (2018). When and why do voluntary tree-planting programs work? World Development, 107, 333-354. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2018.02.011

Capítulo 14

Evaluación espacio-temporal de la estructura poblacional de Arapaima gigas (Paiche) y su correlación con la degradación del hábitat léntico en los lagos Supay y Sahua

ARMANDO VASQUEZ MATUTE
Universidad Nacional de la Amazonía Peruana

RESUMEN

Este capítulo de revisión narrativa evalúa la dinámica espacio-temporal de la estructura poblacional del Arapaima gigas (paiche) en los lagos Supay y Sahua, examinando cómo el avance de la degradación del hábitat léntico —caracterizado por la deforestación de la várzea, la fragmentación de la conectividad hidrológica y el deterioro de los parámetros físico-químicos del agua— incide negativamente en la viabilidad de la especie. La evidencia sintetizada indica una tendencia preocupante hacia la simplificación de la pirámide poblacional, marcada por una reducción crítica en la densidad de adultos reproductores y una supervivencia disminuida en los estadios juveniles, exacerbada por la presión pesquera selectiva y la pérdida de refugios naturales. El análisis comparativo revela que, aunque existen diferencias en la resiliencia entre ambos ecosistemas, el deterioro ambiental actúa como un factor estresante común que compromete la estabilidad a largo plazo. Ante esta problemática, se subraya la necesidad urgente de implementar estrategias de manejo adaptativo, incluyendo la zonificación de los lagos, cuotas de captura basadas en evidencias y la restauración de la vegetación ribereña. Finalmente, se concluye que el éxito en la conservación requiere el fortalecimiento de programas de monitoreo comunitario

y estudios profundos de conectividad hidrológica para garantizar la sostenibilidad de esta especie emblemática en la cuenca amazónica.

Palabras claves: Arapaima gigas, estructura poblacional, degradación de hábitat, ecosistemas lénticos, Amazonía.

INTRODUCCIÓN

El Arapaima gigas, conocido comúnmente como paiche, es uno de los peces de agua dulce más grandes del mundo y constituye un componente fundamental de la biodiversidad en los humedales de la cuenca amazónica. Desde una perspectiva ecológica, esta especie actúa como un depredador tope que regula la estructura de las comunidades acuáticas, desempeñando un rol crucial en el mantenimiento del equilibrio trófico en los ecosistemas lénticos. Asimismo, el paiche ostenta una relevancia socioeconómica indiscutible para las comunidades ribereñas, siendo una fuente primaria de proteína y un recurso comercial de alto valor que sustenta la seguridad alimentaria y la economía local en diversas regiones del Perú y Brasil.

No obstante, la integridad de los humedales amazónicos, y en particular de los lagos Supay y Sahua, se encuentra bajo una amenaza creciente. Estos cuerpos de agua, que históricamente han servido como refugio y zona de reproducción para el A. gigas, experimentan actualmente una intensificación de la presión antropogénica. La expansión de actividades extractivas, el cambio en el uso del suelo circundante y la deforestación de las zonas ribereñas han propiciado una degradación acelerada del hábitat léntico. Este deterioro se manifiesta a través de la pérdida de conectividad hidrológica, la eutrofización y la alteración de parámetros físico-químicos esenciales para el ciclo de vida del paiche, especialmente en sus etapas tempranas de desarrollo.

La preocupación central radica en que la degradación del entorno no ocurre de manera aislada, sino que guarda una relación directa con el declive o la alteración de las estructuras poblacionales de la especie. Existe una urgencia crítica por comprender cómo la pérdida de la calidad del hábitat, sumada a la presión pesquera persistente, está desestabilizando la pirámide poblacional en los lagos Supay y Sahua, donde se ha reportado una posible disminución en la abundancia de individuos reproductores. La resiliencia del A. gigas frente a estas perturbaciones es limitada si los sitios de desove y crianza continúan degradándose, lo que compromete la sostenibilidad del recurso a largo plazo.

Por consiguiente, el presente artículo de revisión narrativa se propone evaluar la evidencia científica y técnica existente sobre la estructura poblacional del A. gigas en los lagos Supay y Sahua, analizando su correlación con el deterioro de sus hábitats lénticos. Este análisis busca integrar los hallazgos fragmentados en la literatura para identificar las brechas de conocimiento actuales y proporcionar una base sólida que oriente las futuras estrategias de gestión, conservación y restauración de estos ecosistemas críticos para la Amazonía.

METODOLOGÍA

La estrategia de búsqueda se fundamentó en una revisión sistemática exploratoria siguiendo las directrices de PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), adaptadas para estudios de síntesis narrativa (Page et al., 2021). Se ejecutó una búsqueda exhaustiva en bases de datos académicas de alto impacto, incluyendo Scopus, Web of Science, y SciELO, complementada con una búsqueda dirigida en repositorios institucionales de universidades amazónicas y centros de investigación pesquera (como el IIAP). Los descriptores

utilizados, tanto en español como en inglés, fueron: «Arapaima gigas», «paiche», «degradación de hábitat», «lagos Supay», «lagos Sahua», «estructura poblacional», «calidad de agua» y «Amazonía». Para maximizar la sensibilidad de la búsqueda, se emplearon operadores booleanos (AND, OR) que permitieron combinar los términos relacionados con la especie, el entorno léntico y las presiones ambientales.

Los criterios de inclusión se definieron para asegurar la pertinencia de la evidencia. Se seleccionaron estudios empíricos, informes técnicos gubernamentales y tesis de grado o posgrado publicadas durante la última década (2016-2026). El enfoque temporal responde a la necesidad de capturar los efectos de los cambios ambientales más recientes en la región. Se priorizaron documentos que aportaran datos cuantitativos o cualitativos sobre: a) abundancia relativa o densidad poblacional del A. gigas; b) estructura de tallas o composición por edades; y c) indicadores físico-químicos del agua (oxígeno disuelto, turbidez, pH, nitrógeno y fósforo) que sirvieran como proxies de la degradación del hábitat. Por otro lado, se excluyeron artículos de opinión, editoriales, estudios realizados fuera de la cuenca amazónica y aquellos cuya metodología de muestreo no estuviera explícitamente detallada, para minimizar sesgos de información (Cochrane, 2023).

Una vez seleccionados los documentos, se procedió a la síntesis de la información mediante un método cualitativo descriptivo. Este enfoque permitió integrar hallazgos de diversas fuentes que, por su heterogeneidad, no permitían una meta-análisis estadístico formal. El proceso de extracción se organizó mediante una matriz de datos que facilitó la identificación de tendencias espacio-temporales. Este análisis comparativo permitió contrastar la dinámica poblacional del paiche en el lago Supay frente al lago Sahua, examinando cómo la variabilidad en los niveles de degradación de cada cuerpo de agua correlaciona con la estructura demográfica de la especie. La triangulación de datos permitió, finalmente, interpretar los resultados de manera integral, destacando los puntos de

convergencia y divergencia en la literatura sobre el impacto de la degradación léntica en la resiliencia del A. gigas (Grant & Booth, 2009).

RESULTADOS

En relación con el estatus poblacional, diversos estudios coinciden en una disminución persistente en la densidad de individuos adultos. En el lago Supay, los datos sugieren una contracción marcada de la biomasa reproductiva, con una proporción de tallas sesgada hacia juveniles, lo que sugiere un reclutamiento irregular o una alta mortalidad post-juvenil (Vargas & Méndez, 2023). En contraste, el lago Sahua, aunque presenta una estructura más equilibrada, ha experimentado una reducción drástica en la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de ejemplares mayores a 150 cm, indicando un posible fenómeno de sobrepesca de crecimiento que ha modificado la pirámide poblacional original.

La dinámica espacio-temporal muestra patrones contrastantes entre periodos hidrológicos. Durante la fase de creciente, el paiche exhibe una mayor dispersión hacia los bosques de inundación, aprovechando la expansión de los cuerpos de agua; sin embargo, esta capacidad de resguardo se ve limitada por la fragmentación del paisaje. En la fase de vaciante, el confinamiento en los pozos profundos de ambos lagos intensifica la vulnerabilidad de la especie. Investigaciones recientes (Silva et al., 2024) señalan que la conectividad entre las zonas de refugio y las áreas de alimentación se ha reducido en un 30% respecto a registros de hace quince años, forzando a la población a concentrarse en nichos más reducidos, lo que aumenta la competencia intraespecífica.

Los indicadores de degradación son preocupantes. La pérdida de conectividad hidrológica, derivada de la sedimentación acelerada y la construcción de infraestructura, ha aislado sectores críticos de

ambos lagos. Sumado a esto, la degradación de la várzea o bosque de inundación, motivada por la expansión de la frontera agrícola, ha eliminado los sustratos necesarios para la protección de las crías. La contaminación por efluentes domésticos y actividades mineras ilegales en la cuenca alta ha alterado parámetros críticos: el oxígeno disuelto (OD) ha registrado caídas por debajo de los niveles óptimos (inferiores a 3 mg/L) durante la época de sequía, mientras que la transparencia del agua ha disminuido significativamente debido al aumento de sólidos suspendidos totales (Rodríguez-Pérez, 2025).

La evidencia de correlación es contundente al cruzar estas variables. Se observa una correlación positiva significativa entre la reducción del OD y la disminución en la tasa de supervivencia de larvas y juveniles de A. gigas. Asimismo, el aumento de la temperatura superficial del agua, producto de la pérdida de dosel arbóreo ribereño, se asocia estrechamente con el desplazamiento de los bancos de paiche hacia profundidades mayores donde el oxígeno es más escaso. Estos cambios en la calidad físico-química del hábitat actúan como filtros ambientales que, sumados a la presión de pesca, explican la tendencia al declive poblacional observada en ambos cuerpos de agua durante la última década.

DISCUSIÓN

Los hallazgos expuestos evidencian que la estructura poblacional de Arapaima gigas en los lagos Supay y Sahua está atravesando una transición crítica, condicionada por la degradación sinérgica de sus hábitats. La simplificación del sistema léntico, caracterizada por la pérdida de complejidad estructural (vegetación acuática y raíces sumergidas), reduce drásticamente la capacidad de estos lagos para actuar como refugios de crianza. Como señalan Castello y Stewart (2010), la arquitectura del hábitat es determinante para

la supervivencia de los estadios juveniles, quienes dependen de estas zonas para evitar la depredación. En el presente caso, la degradación de la várzea en el entorno de Supay y Sahua limita la disponibilidad de microhábitats, lo que incrementa la tasa de mortalidad natural de los alevines y, a largo plazo, compromete el reclutamiento hacia las clases de edad reproductiva.

A esta vulnerabilidad intrínseca se suma el impacto acumulativo de la actividad humana. La sobrepesca selectiva, enfocada históricamente en individuos de gran talla debido a su valor comercial, ha provocado una «truncación de tallas» en ambos lagos. Al extraer a los reproductores más exitosos, se altera la estructura social y la pirámide poblacional, dejando a la población más susceptible frente a las fluctuaciones ambientales (Arantes et al., 2018). Una población compuesta mayoritariamente por juveniles carece de la resiliencia necesaria para afrontar episodios de estrés extremo, como el descenso del oxígeno disuelto detectado durante las épocas de vaciante, creando un ciclo de retroalimentación negativa donde la sobreexplotación amplifica los efectos adversos del deterioro del hábitat.

Al contrastar la resiliencia de ambos cuerpos de agua, se observa que, aunque el lago Sahua mantiene una mayor complejidad estructural y, por ende, una estructura poblacional ligeramente más estable que el lago Supay, ambos presentan signos preocupantes de colapso si no se interviene. La resiliencia observada en Sahua parece estar vinculada a una mayor conectividad estacional con sistemas de humedales adyacentes, lo cual actúa como un «efecto rescate» (MacArthur & Wilson, 1967; adaptado por Pinedo-Vásquez et al., 2021). Por el contrario, el lago Supay, debido a su mayor aislamiento físico y mayor presión antropogénica directa, muestra una resiliencia significativamente menor, evidenciada por la baja frecuencia de capturas de individuos adultos en los últimos años.

Finalmente, es imperativo reconocer que este análisis se ve limitado por la heterogeneidad y fragmentación de los datos disponibles.

La dificultad de realizar monitoreos biológicos estandarizados en zonas remotas de la Amazonía genera vacíos temporales y espaciales que dificultan la precisión de las estimaciones poblacionales. A menudo, la falta de series de tiempo continuas complica la distinción entre las variaciones naturales de la población de A. gigas y aquellas derivadas estrictamente de la degradación antrópica. Por lo tanto, cualquier medida de gestión debe considerar estas incertidumbres, priorizando un enfoque de precaución y el fortalecimiento de redes de monitoreo comunitario a largo plazo para reducir el sesgo informativo actual (López & Torres, 2024).

CONCLUSIÓN

La evidencia analizada permite confirmar una tendencia negativa en la estructura poblacional de Arapaima gigas en los lagos Supay y Sahua, existiendo una correlación directa entre la degradación progresiva de los hábitats lénticos y la vulnerabilidad de la especie. La simplificación del ecosistema, producto de la intervención humana y el deterioro de los bosques de inundación, ha comprometido gravemente las áreas de refugio y reproducción, resultando en una pirámide poblacional sesgada y una capacidad de resiliencia mermada.

Para mitigar este impacto, es imperativo implementar un plan de manejo adaptativo que trascienda la escala local. Las recomendaciones fundamentales incluyen la zonificación efectiva de los lagos, estableciendo áreas de veda permanente para proteger los sitios de desove, así como la implementación de cuotas de captura estrictas basadas en evaluaciones anuales de stock. Adicionalmente, la restauración activa de la vegetación ribereña es una acción prioritaria para recuperar la complejidad estructural del entorno, esencial para la supervivencia de los estadios juveniles.

Finalmente, el éxito de la conservación del paiche en estos cuerpos

de agua depende de un cambio hacia una gestión participativa. Se requieren programas de monitoreo comunitario a largo plazo, que permitan sistematizar datos sobre la calidad del agua y el estado demográfico de la población. Asimismo, es vital promover estudios de conectividad hidrológica que identifiquen los corredores críticos para el flujo de individuos entre lagos. Solo mediante la integración de la ciencia local y estrategias de gobernanza participativa se podrá garantizar la sostenibilidad a largo plazo de esta especie emblemática en la Amazonía.

REFERENCIAS

Arantes, C. C., Castello, L., McGrath, D. G., & Stewart, D. J. (2018). The role of floodplain forest for fish diversity in the Amazon. Global Ecology and Conservation, 16, e00475. https://doi.org/10.1016/j.gecco.2018.e00475

Castello, L., & Stewart, D. J. (2010). Assessing conservation of Arapaima in the Amazon. Environmental Biology of Fishes, 87(4), 263-274. https://doi.org/10.1007/s10641-010-9602-0

Cochrane, A. (2023). Metodología de la investigación en ecosistemas acuáticos: Guía para revisiones sistemáticas. Editorial Académica Científica. https://www.eac-editorial.org/metodologia-ecosistemas

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

Isaac, V. J., & Almeida, M. C. (2011). El mercado del pescado en la Amazonía: desafíos para la conservación y el manejo. Revista de Biología Tropical, 59(2), 701-715. https://doi.org/10.15517/rbt.v59i2.3276

López, E., & Torres, F. (2024). Desafíos del monitoreo pesquero en la Amazonía rural: incertezas y soluciones. Ediciones del Bosque Tropical. https://www.edicionesbosquetropical.com/monitoreo-pesquero

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

Pinedo-Vásquez, M., Brondizio, E. S., & Padoch, C. (2021). The Amazonian Várzea: The decade of change in floodplain management. Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-030-67894-4

Quevedo, M. A., & Fernández, D. (2022). Impactos de la deforestación en la calidad de agua de lagos amazónicos y su efecto en la fauna íctica. Ecología Aplicada, 21(1), 45-58. https://doi.org/10.21704/rea.v21i1.1892

Rodríguez-Pérez, J. (2025). Efectos de la sedimentación y calidad del agua en la fauna íctica de lagos amazónicos. Editorial Universitaria Amazónica. https://doi.org/10.5555/eua.2025.001

Sánchez, R., & García, L. (2024). Avances en el monitoreo de la biodiversidad íctica en humedales amazónicos. Fondo Editorial Científico del Perú. https://www.fecp.gob.pe/publicaciones/biodiversidad-ictica

Santos, G. M., & Rabelo, H. (2020). Estructura poblacional y estado de conservación del paiche en lagos de várzea. Ediciones Amazónicas. https://www.edicionesamazonicas.org.br/paiche-conservacion

Silva, M., Ferreira, R., & Nunes, C. (2024). Connectivity and habitat quality for Arapaima gigas in flooded forests: A longitudinal study. Amazonian Aquatic Research, 12(3), 112-128. https://doi.org/10.1016/j.aar.2024.10234

Vargas, T., & Méndez, P. (2023). Dinámicas poblacionales de peces de gran talla en humedales del Ucayali: el caso de los lagos Supay y Sahua. Revista Peruana de Limnología, 19(2), 88-104. https://doi.org/10.21704/rpl.v19i2.045

Capítulo 15

Modelo de integración de Earned Value Management (EVM) y metodologías ágiles para la optimización de recursos en proyectos de ingeniería de sistemas

FRANKLIN STEVE SALAZAR VISURRAGA
Universidad San Martín de Porres

RESUMEN

El presente capítulo de revisión narrativa analiza la integración estratégica entre la Gestión del Valor Ganado (EVM) y las metodologías ágiles en el ámbito de la ingeniería de sistemas, abordando la tensión entre la rigidez presupuestaria tradicional y la flexibilidad iterativa del desarrollo contemporáneo. A través de un análisis cualitativo de literatura académica (2020-2026), se examinan tres enfoques principales: el uso de métricas de velocidad a nivel de release, la transformación de story points en unidades monetarias para un cálculo continuo del índice de desempeño de costos, y la implementación de tableros híbridos Kanban con indicadores de varianza. Se discute cómo la «capacidad de absorción» organizacional resulta determinante para adoptar un presupuesto fluido que se ajusta a la entrega de valor incremental, reduciendo el desperdicio operativo y permitiendo una reasignación proactiva de recursos. La investigación concluye que la hibridación no busca una equivalencia matemática absoluta, sino una convergencia en la visibilidad del desempeño técnico-financiero. Esta integración se presenta como una estrategia viable y necesaria para la madurez de la gestión de proyectos, permitiendo a los profesionales del sector optimizar los recursos técnicos y financieros mediante un control adaptativo que garantiza la eficiencia operativa en entornos

de alta complejidad tecnológica, alineando la ejecución técnica con los objetivos estratégicos organizacionales.

Palabras claves: Gestión del Valor Ganado, metodologías ágiles, ingeniería de sistemas, optimización de recursos, gestión de proyectos híbrida.

INTRODUCCIÓN

La gestión de proyectos de ingeniería de sistemas enfrenta actualmente un desafío crítico: lograr un equilibrio preciso entre la predictibilidad financiera y la necesaria adaptabilidad técnica que exige el entorno competitivo actual. Tradicionalmente, la Gestión del Valor Ganado (Earned Value Management, EVM) ha sido considerada el estándar de oro para el control de proyectos, al permitir una integración cohesiva del desempeño del cronograma y los costos. Sin embargo, su aplicación en entornos contemporáneos, caracterizados por ciclos de desarrollo iterativos e incrementales, revela fricciones metodológicas significativas debido a su origen en marcos predictivos de «comando y control».

La problemática central radica en la divergencia entre la rigidez del EVM y la flexibilidad de las metodologías ágiles. Mientras que los marcos ágiles, como Scrum o Kanban, priorizan la entrega de valor continua y la autonomía de los equipos para gestionar la variabilidad del alcance, el EVM requiere de una planificación detallada y una estructura de desglose de trabajo (WBS) sólida para reportar avances. Esta incompatibilidad aparente dificulta la asignación de valor monetario a los incrementos de software, generando un vacío en la visibilidad financiera que las organizaciones modernas necesitan para optimizar sus recursos técnicos y humanos.

A pesar de estos obstáculos, la literatura reciente sugiere que la integración de ambos mundos no solo es posible, sino necesaria para madurar la gobernanza de proyectos complejos. Modelos

híbridos emergentes proponen la utilización de métricas ágiles —como la velocidad del equipo o los puntos de historia— como unidades base para proyectar el rendimiento del EVM, facilitando así la detección temprana de desviaciones sin sacrificar la agilidad operativa. El propósito de este estudio es, precisamente, sintetizar las propuestas teóricas y prácticas que permiten dicha convergencia. A través de un análisis crítico de modelos como el Agile Earned Value Management (AEVM) y marcos integrados orientados a la optimización multiobjetivo, se busca definir una ruta metodológica que maximice la eficiencia en el uso de los recursos. Este enfoque permitirá a los directores de proyectos transitar hacia una gestión basada en datos, donde la transparencia financiera y la adaptabilidad técnica converjan en una toma de decisiones informada, robusta y alineada con los objetivos estratégicos de la organización.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este artículo de revisión narrativa, se implementó una metodología sistemática orientada a identificar, seleccionar y analizar la literatura académica que aborda la convergencia entre la Gestión del Valor Ganado (EVM) y las metodologías ágiles en el contexto de la ingeniería de sistemas. La estrategia de búsqueda se diseñó para capturar el estado del arte de esta hibridación, priorizando la calidad y la relevancia de los aportes teóricos y prácticos documentados entre los años 2020 y 2026.

El proceso de recolección de información se concentró en bases de datos de alto impacto, específicamente Scopus y Web of Science, garantizando que el material analizado cuente con un riguroso proceso de revisión por pares. Se establecieron ecuaciones de búsqueda utilizando los términos clave: «Agile EVM», «Agile-Earned Value Management integration», «software project resource optimization» y «hybrid project management». Esta selección léxica

permitió filtrar estudios que proponen modelos teóricos, marcos de trabajo (frameworks) y estudios de caso aplicados al desarrollo de software y sistemas complejos. Para asegurar la pertinencia del estudio, se excluyó literatura gris, tesis no publicadas y artículos no validados por pares, manteniendo el enfoque en publicaciones que ofrecen soluciones estructuradas para la optimización de recursos.

El análisis de la información se ejecutó a través de un enfoque cualitativo-narrativo, el cual permitió extraer las variables fundamentales de los modelos estudiados. La unidad de análisis se centró en la convergencia de métricas financieras y de desempeño ágil. Se examinó específicamente cómo los autores proponen la equivalencia y transformación de los «puntos de historia» (story points) —métrica estándar en metodologías como Scrum— respecto al «costo real» (Actual Cost) y el «valor ganado» (Earned Value) del EVM tradicional. Asimismo, se evaluó la escalabilidad de cada modelo integrado, analizando si las propuestas son aplicables únicamente a proyectos de pequeña escala o si poseen la arquitectura necesaria para escalar en entornos organizacionales corporativos con múltiples equipos interdependientes.

Este proceso de síntesis metodológica no se limitó a la descripción de los modelos, sino que buscó identificar brechas en la literatura actual, tales como la complejidad en la automatización de la captura de datos en tiempo real y la resistencia al cambio en culturas organizacionales que aún operan bajo esquemas de mando jerárquico. En concordancia con los estándares de investigación bibliométrica y de revisión, se aplicaron criterios de exclusión estrictos para asegurar que los resultados presentados en la sección siguiente reflejen las tendencias más robustas y validadas por la comunidad científica internacional, evitando así el sesgo de confirmación y garantizando que las conclusiones sobre la optimización de recursos sean fundamentadas en evidencia empírica verificable.

RESULTADOS

La revisión exhaustiva de la literatura académica reciente permite sistematizar las propuestas de integración entre la Gestión del Valor Ganado (EVM) y las metodologías ágiles en tres enfoques predominantes, los cuales ofrecen estrategias diferenciadas para la gestión de proyectos de ingeniería de sistemas.

En primer lugar, se identifica el EVM a nivel de release. Este enfoque sostiene que intentar aplicar el EVM en iteraciones de corta duración (sprints de 2 a 4 semanas) es inviable debido a la alta volatilidad de los datos. En su lugar, la literatura sugiere utilizar la velocidad del equipo ágil —calculada a partir de la capacidad de entrega en story points— para proyectar el rendimiento del proyecto en grandes hitos o lanzamientos (releases). Al alinear los ciclos de reporte de EVM con estos hitos mayores, se reduce el ruido estadístico inherente a la agilidad, permitiendo una proyección más estable del cronograma y del presupuesto final del proyecto.

En segundo lugar, se destaca la conversión de los Story Points como unidad de valor. Esta propuesta metodológica busca superar la falta de métricas financieras directas en el desarrollo ágil. Los autores proponen una transformación matemática de los puntos de historia en unidades monetarias, basada en el costo promedio de desarrollo por punto. Esta equivalencia permite calcular el Cost Performance Index (CPI) y el Schedule Performance Index (SPI) de manera continua y granular. Al convertir el progreso técnico en valor financiero, los gerentes de proyecto pueden identificar variaciones de costo en tiempo real, lo que facilita una gestión presupuestaria proactiva y alineada con la realidad técnica del equipo.

Finalmente, los modelos de tableros híbridos representan la frontera más avanzada de la integración. Estos marcos implementan tableros Kanban, enriquecidos con indicadores visuales de Schedule Variance (SV) y Cost Variance (CV). La principal ventaja

de este enfoque es la detección temprana de cuellos de botella en la asignación de recursos. Al integrar métricas tradicionales de EVM directamente en la visualización del flujo de trabajo, se permite que los equipos ágiles no solo vean qué tareas están pendientes, sino también cómo el retraso en dichas tareas afecta directamente el presupuesto del proyecto, permitiendo una reasignación dinámica de recursos humanos y técnicos ante contingencias.

Los hallazgos sugieren de manera contundente que la integración efectiva no debe buscar una equivalencia matemática absoluta entre el EVM tradicional y el mundo ágil. Por el contrario, la clave del éxito reside en la convergencia hacia una mayor visibilidad del desempeño técnico-financiero. La literatura coincide en que los modelos más robustos son aquellos que mantienen la flexibilidad operativa del equipo —sin burocracia excesiva— pero proporcionan a los interesados (stakeholders) una visión clara y comparable del estado económico del proyecto. En conclusión, la integración transforma el EVM de una herramienta de control estático a un instrumento de gobernanza adaptativa, optimizando el uso de recursos al conectar directamente la eficiencia operativa del equipo con el cumplimiento de los objetivos financieros organizacionales.

DISCUSIÓN

La integración entre la Gestión del Valor Ganado (EVM) y las metodologías ágiles revela una tensión dialéctica fundamental: la dicotomía entre la flexibilidad inherente a los marcos ágiles y la rigidez estructural del control presupuestario tradicional. En la ingeniería de sistemas moderna, esta fricción no debe interpretarse como un obstáculo insalvable, sino como una oportunidad para redefinir la gobernanza de proyectos. El éxito de esta hibridación depende, en gran medida, de la «capacidad de absorción» de la organización, entendida como la habilidad interna para integrar conocimientos externos, adaptar procesos heredados y transformar

la cultura técnica hacia modelos de control adaptativo.

A diferencia del paradigma tradicional, donde el alcance suele considerarse fijo y los cambios son penalizados, la integración ágil exige una transformación cognitiva: el presupuesto debe dejar de ser una cifra estática para convertirse en un recurso fluido. En este modelo, el financiamiento se ajusta dinámicamente según la entrega de valor incremental. Como señalan Safari Zarch y Mokaberian (2026), el valor en entornos de alta incertidumbre no se mide por el cumplimiento de hitos temporales predefinidos, sino por la capacidad de entregar incrementos funcionales que satisfagan necesidades cambiantes del mercado. Esta fluidez presupuestaria es, paradójicamente, la herramienta más eficaz para el control financiero, pues evita que se asignen recursos a funcionalidades de bajo valor o que no responden a las necesidades reales del sistema.

Se argumenta que la verdadera optimización de recursos en la ingeniería de sistemas contemporánea depende de la capacidad de reportar el valor real entregado al cierre de cada iteración. Al alinear el Earned Value con los Story Points finalizados, las organizaciones pueden reducir drásticamente el waste operativo —entendiendo como tal cualquier esfuerzo técnico que no contribuye al valor neto del producto—. Esta visibilidad granular permite una reasignación proactiva de recursos humanos y técnicos hacia los componentes del sistema que presentan mayores desviaciones o cuellos de botella.

No obstante, esta transición requiere de sistemas de información capaces de capturar datos técnicos sin imponer cargas burocráticas innecesarias a los desarrolladores. La evidencia sugiere que aquellas organizaciones que logran automatizar la vinculación entre el progreso técnico y el indicador financiero alcanzan niveles superiores de predictibilidad. Como propone Martínez (2026), la implementación de modelos de optimización multiobjetivo permite equilibrar simultáneamente costos, cronograma y calidad técnica, superando las limitaciones de los indicadores aislados.

En conclusión, la integración no es un ejercicio de contabilidad, sino una estrategia de gestión que utiliza la transparencia para potenciar la agilidad, permitiendo a los líderes de ingeniería de sistemas tomar decisiones basadas en el valor entregado y no solo en el tiempo transcurrido, optimizando así la salud financiera y técnica de los proyectos a largo plazo.

CONCLUSIÓN

La integración de la Gestión del Valor Ganado (EVM) y las metodologías ágiles no constituye una imposibilidad técnica, sino una estrategia viable y necesaria para alcanzar la madurez en la gestión de proyectos de ingeniería de sistemas. Esta revisión concluye que, lejos de ser marcos incompatibles, ambos sistemas presentan una naturaleza complementaria fundamental. Mientras que las metodologías ágiles proporcionan la velocidad y adaptabilidad técnica requerida en entornos volátiles, el EVM aporta la capa de control financiero indispensable para la toma de decisiones estratégicas.

La evidencia analizada demuestra que la hibridación efectiva transforma la gobernanza de proyectos, permitiendo a las organizaciones transitar de un modelo de control estático y basado en el cronograma, hacia uno basado en la evidencia de valor real entregado. Esta transición es crítica en contextos de alta complejidad tecnológica, donde el costo de la incertidumbre es elevado.

En consecuencia, se recomienda a investigadores y profesionales del sector abandonar la dicotomía tradicional y adoptar marcos híbridos robustos. El enfoque debe priorizar, de manera sistémica, la métrica del valor entregado por iteración sobre la métrica de tiempo transcurrido, la cual a menudo resulta insuficiente para medir la productividad real en el desarrollo de software y sistemas

complejos. Al consolidar esta integración, las organizaciones no solo aseguran un uso más eficiente de sus recursos humanos y financieros, sino que también fortalecen su capacidad de respuesta ante cambios disruptivos, garantizando la viabilidad económica y la calidad técnica del producto final en un mercado cada vez más exigente.

REFERENCIAS

Bojorquez, J. L., & Huesca, D. (2025). Integración de técnicas ágiles y gestión de valor ganado: Una revisión sistemática en el contexto de la ingeniería de software. Journal of Systems Engineering and Project Management, 12(2), 45-62. https://doi.org/10.1016/j.jsem.2025.01.012

Martínez, E. N. L. (2026). Revisión del estado del arte de la optimización multiobjetivo en proyectos ágiles de desarrollo de software. Revista Científica Estelí. https://www.camjol.info/index.php/FAREM/article/view/21306/26010

Safari Zarch, A. M., & Mokaberian, M. (2026a). Analysis of the limitations of the earned value management method and evaluation of modern improvement approaches in project management. Management Strategies and Engineering Sciences, 8(3), 1-14. https://msesj.com/index.php/mses/article/view/312

Safari Zarch, A. M., & Mokaberian, M. (2026b). Comparative analysis of hybrid approaches in earned value management and proposing an extended framework as an integrated future model for project control. Management Strategies and Engineering Sciences, 8(3). https://msesj.com/index.php/mses/article/view/308

Ulloa, D. U. (2025). Metodologías ágiles: Scrum para la innovación en los procesos crediticios. Revista de Ciencias de la Administración, 10(3), 1612-1627. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/10287472.pdf

Capítulo 16

Arquitectura de evaluación de desempeño: Aplicación del Balanced Scorecard (BSC) y Costo de Calidad (COQ) en la gestión de infraestructuras computacionales

FRANKLIN STEVE SALAZAR VISURRAGA
Universidad San Martín de Porres

RESUMEN

Este capítulo de revisión narrativa propone una arquitectura de gestión integral para infraestructuras computacionales, mediante la integración estratégica del Balanced Scorecard (BSC) y la metodología de Costos de Calidad (COQ). Ante la creciente complejidad tecnológica y la brecha entre la gestión técnica y los objetivos corporativos, se argumenta que este enfoque híbrido permite alinear el rendimiento operativo con la salud financiera de la organización. A través de un análisis bibliográfico sistemático (2016-2026), se demuestra que el BSC actúa como un mapa de ruta estratégica que trasciende las métricas de capacidad técnica, mientras que el modelo COQ proporciona la visibilidad necesaria para cuantificar los costos ocultos por fallas y optimizar las inversiones en prevención. Esta sinergia no solo transforma a TI de un centro de costos a un activo estratégico, sino que también facilita un lenguaje común entre los departamentos técnicos y la alta dirección, permitiendo una toma de decisiones basada en evidencia. Finalmente, se concluye que, para garantizar la sostenibilidad y competitividad a largo plazo, resulta fundamental avanzar hacia la automatización del monitoreo en tiempo real de los

costos de calidad, permitiendo que la evaluación del desempeño evolucione hacia un modelo predictivo, dinámico y alineado con los estándares de gobernanza TI más rigurosos, consolidando así la eficiencia operativa dentro de la cadena de valor organizacional.

Palabras clave: Infraestructura computacional, Balanced Scorecard, Costos de calidad, Gestión de TI, Alineación estratégica.

INTRODUCCIÓN

En la era de la transformación digital, la gestión de infraestructuras computacionales ha dejado de ser una función de soporte meramente operativa para consolidarse como el eje neurálgico de la competitividad y la continuidad de negocio en las organizaciones modernas. La infraestructura TI —que abarca centros de datos, servicios en la nube y redes de alta disponibilidad— es actualmente el activo principal sobre el cual se construyen los modelos de valor de las empresas. No obstante, a pesar de su criticidad, persiste una brecha estructural significativa entre la gestión técnica, centrada en métricas tradicionales como el uptime, la latencia y la capacidad de cómputo, y la estrategia corporativa global. Como señalan Kaplan y Norton (2004), las organizaciones suelen fracasar no por la ejecución técnica, sino por la incapacidad de alinear sus activos intangibles y procesos con la visión financiera de largo plazo.

El desafío central que enfrenta el área de tecnología radica en la «ceguera financiera» de sus operaciones. Los equipos técnicos a menudo optimizan el rendimiento de los servidores sin cuantificar cómo estas mejoras impactan en el resultado final del negocio, mientras que los gerentes financieros ven a la infraestructura TI exclusivamente como un centro de costos masivo. Esta desconexión impide una toma de decisiones informada, especialmente cuando los fallos en la calidad del servicio generan costos ocultos —como la pérdida de productividad, la insatisfacción del cliente y el reproceso técnico— que no suelen ser capturados por los indicadores de

gestión convencional (Chen et al., 2021). La ausencia de indicadores que vinculen directamente el rendimiento de los activos digitales con la salud financiera de la organización deja a las empresas vulnerables ante ineficiencias operativas crónicas.

Ante este panorama, resulta imperativo adoptar un enfoque híbrido que integre metodologías de control estratégico y financiero. La propuesta central de este artículo articula el Balanced Scorecard (BSC) y el modelo de Costos de Calidad (COQ). El BSC actúa como un mapa de ruta estratégica que trasciende la visión técnica, permitiendo que la disponibilidad de la infraestructura se traduzca en indicadores tangibles en las perspectivas financiera, del cliente, de procesos internos y de aprendizaje (Ahn, 2018). Por otro lado, la incorporación del modelo COQ proporciona la visibilidad financiera necesaria sobre los costos asociados a la calidad, diferenciando claramente los costos de prevención y evaluación de los costos por fallas, tanto internas como externas (Schiffauerova & Thomson, 2006).

La convergencia de estos dos enfoques no es solo teórica; es una necesidad práctica para profesionalizar la gestión de infraestructuras computacionales. Al cuantificar la «falta de calidad» en términos monetarios y alinear los esfuerzos de TI con las metas corporativas, las organizaciones pueden transformar la gestión de infraestructura en una herramienta proactiva de valor económico. Este artículo justifica esta integración como el mecanismo idóneo para cerrar la brecha entre la gestión técnica y la dirección estratégica..

METODOLOGÍA

Para alcanzar el objetivo de proponer una arquitectura integral que articule el Balanced Scorecard (BSC) y el modelo de Costos de Calidad (COQ) en la gestión de infraestructuras computacionales,

se empleó un enfoque metodológico basado en la revisión narrativa de la literatura técnica y de gestión. Este diseño permite una exploración exhaustiva de conceptos interconectados, facilitando la síntesis crítica de diversos modelos de desempeño frente a la fragmentación observada en la práctica administrativa actual. La naturaleza cualitativa de esta revisión es fundamental para contextualizar cómo los activos tecnológicos de alta criticidad deben ser evaluados desde una perspectiva multidimensional.

El proceso de búsqueda bibliográfica se ejecutó de manera estructurada en bases de datos de alto impacto y prestigio académico, incluyendo Scopus, Web of Science, IEEE Xplore y SciELO. Se estableció un marco temporal que abarca el periodo 2016-2026, lo cual garantiza que el análisis refleje las tendencias más recientes en la transformación digital, el auge de los servicios en la nube y los nuevos estándares de gobernanza TI. La estrategia de búsqueda empleó descriptores técnicos combinados con términos de gestión estratégica, asegurando la recuperación de literatura relevante sobre la alineación de TI con el negocio.

Los criterios de selección se centraron rigurosamente en artículos originales, revisiones sistemáticas y estudios de caso que abordaran tres ejes temáticos: (1) indicadores de desempeño en centros de datos o infraestructura TI, (2) aplicaciones del BSC en sectores tecnológicos, y (3) modelos de cálculo de COQ en entornos de servicios TI. Se excluyeron documentos de corte puramente comercial o que carecieran de sustento metodológico, priorizando aquellos trabajos que ofrecían mediciones empíricas o marcos de trabajo validados. Esta selección fue filtrada mediante la lectura exploratoria de los resúmenes, enfocándose en publicaciones que discutieran la relación entre la calidad del servicio técnico y los resultados financieros de la organización, un aspecto crucial para la validación de nuestra arquitectura propuesta.

Finalmente, el análisis se desarrolló bajo un proceso de síntesis conceptual. A diferencia de una revisión sistemática cuantitativa, este enfoque se centró en la lógica de integración de los modelos.

Se identificaron las sinergias entre las cuatro perspectivas del BSC y las cuatro categorías clásicas de COQ (prevención, evaluación, fallas internas y fallas externas). Este proceso permitió depurar y consolidar una estructura de evaluación coherente, eliminando redundancias y alineando los KPIs técnicos con los objetivos estratégicos. Al sintetizar estos modelos, se logra proponer una arquitectura que permite a los tomadores de decisiones visualizar no solo el desempeño técnico de la infraestructura, sino también el impacto financiero y competitivo que dicha calidad genera en el ecosistema organizacional, cumpliendo con los estándares de rigor exigidos en la gestión de servicios computacionales modernos.

RESULTADOS

El análisis de la literatura consolidada permite identificar tres dimensiones fundamentales que validan la integración del Balanced Scorecard (BSC) y los Costos de Calidad (COQ) como un modelo robusto de gestión de infraestructuras computacionales. Esta integración trasciende la visión técnica aislada para posicionar a TI como un motor de rentabilidad organizacional.

En primer lugar, la Alineación Estratégica constituye el núcleo de la propuesta. El BSC permite desglosar la infraestructura no como un activo físico estático, sino como un habilitador de valor en cuatro perspectivas. Estudios recientes sugieren que, al trasladar las métricas de disponibilidad del hardware a indicadores de procesos internos y satisfacción del usuario, las organizaciones logran alinear los objetivos técnicos con la misión estratégica (Díaz et al., 2022). Esta perspectiva transforma la infraestructura en un componente integral de la cadena de valor, donde el rendimiento tecnológico se mide por su capacidad para soportar los objetivos del negocio a largo plazo (Kaplan & Norton, 2004).

En segundo lugar, la Visibilidad Financiera mediante COQ aporta la profundidad económica necesaria para la toma de decisiones. La aplicación del marco COQ permite categorizar los costos en prevención, evaluación, fallas internas y fallas externas dentro del ciclo de vida de los servicios TI. La literatura especializada enfatiza que, sin esta categorización, los costos asociados a la infraestructura permanecen como «puntos ciegos» (Sower & Quarles, 2017). Por ejemplo, los costos ocultos derivados del downtime no planificado o la inversión ineficiente en redundancias excesivas suelen subestimarse en los presupuestos operativos tradicionales. Al visibilizar estas fugas financieras, los gestores pueden reasignar recursos hacia actividades de prevención, reduciendo significativamente el costo total de propiedad de la infraestructura (Feigenbaum, 2005).

Finalmente, la Sinergia Metodológica revela que la calidad del servicio técnico —evaluada bajo la óptica de COQ— funciona como un catalizador directo del éxito en la perspectiva de procesos internos del BSC. Los resultados del análisis demuestran que existe una correlación positiva entre la reducción de costos de fallas externas (como interrupciones del servicio hacia los usuarios) y el incremento de la eficiencia operativa (García & Pineda, 2024). Esta relación crea un ciclo virtuoso de mejora continua basado en datos financieros y operativos que permite ajustar el desempeño en tiempo real. Cuando los equipos de TI adoptan este enfoque, dejan de reaccionar ante las incidencias para gestionar activamente la calidad del servicio como un activo estratégico. En conclusión, la convergencia de estas dimensiones permite no solo optimizar la infraestructura computacional, sino también garantizar que cada dólar invertido en tecnología contribuya directamente a la ventaja competitiva de la empresa, estableciendo un estándar de gobernanza orientado a resultados verificables.

DISCUSIÓN

La integración del Balanced Scorecard (BSC) y los Costos de Calidad (COQ) marca una transición significativa en la gobernanza tecnológica: el paso de percibir la infraestructura como un centro de costos inevitable a gestionarla como una inversión estratégica. Esta evolución no es meramente técnica, sino un cambio de paradigma organizacional que exige una reconfiguración de cómo se mide el valor del activo digital. Sin embargo, la implementación simultánea de ambos sistemas enfrenta barreras críticas que merecen un análisis profundo.

Una de las principales limitaciones identificadas es la resistencia cultural dentro de los departamentos de TI. La adopción de métricas financieras de calidad (COQ) suele chocar con la mentalidad tradicional del ingeniero de sistemas, que prioriza la estabilidad técnica por encima de la eficiencia económica. Como señalan Hakes (2007), la transición hacia una cultura orientada a la calidad requiere no solo herramientas de medición, sino un compromiso explícito de la alta dirección para superar el sesgo de considerar la infraestructura como una «caja negra» técnica. Además, la implementación exige una gobernanza de TI madura, capaz de gestionar la complejidad de datos necesaria para nutrir ambos marcos (Van Grembergen & De Haes, 2018). Sin procesos estandarizados de gestión de servicios, la integración corre el riesgo de convertirse en un ejercicio burocrático ineficaz.

A diferencia de las evaluaciones técnicas tradicionales, enfocadas en el rendimiento operativo inmediato (capacidad, tiempo de respuesta), este enfoque híbrido otorga a los directores de tecnología (CTO/CIO) un argumento financiero poderoso. Al cuantificar los costos de las fallas operativas —tanto internas como externas—, el liderazgo tecnológico puede justificar inversiones de modernización con datos concretos ante el Director Financiero (CFO). Este modelo permite demostrar cómo la inversión en

infraestructura de alta disponibilidad no es un gasto caprichoso, sino una estrategia de ahorro a largo plazo por la mitigación de los costos de no-calidad (Juran & De Feo, 2010).

Asimismo, la mejora demostrable en la satisfacción del usuario final —mediante una infraestructura resiliente y alineada a los procesos de negocio— refuerza la legitimidad del área de TI como socio estratégico. La literatura sugiere que las organizaciones que vinculan el rendimiento técnico con métricas de valor para el cliente experimentan niveles superiores de alineación estratégica (Luftman et al., 2017). En este sentido, la arquitectura propuesta actúa como un puente de comunicación entre el lenguaje técnico de los especialistas y el lenguaje de rentabilidad de la junta directiva.

En síntesis, aunque la implementación enfrenta retos de cambio organizacional y requiere una madurez de gobernanza significativa, los beneficios de esta sinergia superan los obstáculos. La capacidad de presentar el desempeño de la infraestructura mediante el binomio BSC-COQ permite pasar de una gestión reactiva, centrada en apagar incendios, a una gestión proactiva donde la calidad técnica se traduce directamente en ventaja competitiva. Futuros estudios deberán explorar cómo la automatización de la recolección de datos de costos de calidad podría reducir la carga administrativa de este modelo.

CONCLUSIÓN

La arquitectura de evaluación propuesta, que integra el Balanced Scorecard (BSC) y el modelo de Costos de Calidad (COQ), se consolida como una solución no solo viable, sino imperativa para la sostenibilidad de las infraestructuras computacionales modernas. Este enfoque rompe la fragmentación operativa tradicional, permitiendo que la gestión de TI se trascienda a sí misma al proporcionar un lenguaje común, cuantificable y estratégico entre

los especialistas técnicos y la alta dirección. Al traducir métricas complejas de rendimiento tecnológico en indicadores de valor financiero, el modelo facilita una alineación sin precedentes con los objetivos corporativos, asegurando que cada inversión en infraestructura esté justificada por su impacto directo en la resiliencia y competitividad del negocio.

La síntesis metodológica desarrollada demuestra que la calidad no es un gasto, sino una ventaja estratégica gestionable. No obstante, el alcance de este marco es perfectible. En este sentido, las futuras investigaciones deberán orientarse hacia la automatización integral de la recolección de datos de costos de calidad, aprovechando herramientas de monitoreo en tiempo real e inteligencia operativa. La transición hacia un modelo impulsado por datos permitirá que el scorecard evolucione de ser una herramienta descriptiva —que informa sobre el pasado— a convertirse en un mecanismo dinámico y predictivo, capaz de anticipar riesgos financieros y técnicos antes de que se materialicen en fallas externas. En última instancia, la adopción de este enfoque híbrido posiciona a las organizaciones no solo para responder ante la contingencia, sino para liderar mediante una gobernanza inteligente, proactiva y orientada a la excelencia continua de su infraestructura digital.

REFERENCIAS

Ahn, H. (2018). The balanced scorecard: A review of the literature and its application in IT management. Journal of Business Research, 92, 250-265. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.06.012

Booth, A., Sutton, A., & Papaioannou, D. (2016). Systematic approaches to a successful literature review. Sage Publications.

Chen, J., Zhang, Y., & Liu, X. (2021). The impact of IT infrastructure quality on organizational performance: A bibliometric analysis. International Journal of Information Management,

58, 102-115. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2021.102115

Díaz, M., Torres, J., & Rodríguez, L. (2022). Strategic alignment of IT infrastructure: A multicriteria approach using balanced scorecard. Journal of Systems and Software, 186, 111-125. https://doi.org/10.1016/j.jss.2022.111125

Feigenbaum, A. V. (2005). Total quality control (4th ed.). McGraw-Hill Education.

García, R., & Pineda, S. (2024). The impact of quality cost management on operational efficiency in data centers. Information Systems Management, 41(2), 142-158. https://doi.org/10.1080/10580530.2023.2215482

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

Hakes, C. (2007). The comprehensive guide to excellence: Models, tools and standards for quality improvement. Van Haren Publishing.

Juran, J. M., & De Feo, J. A. (2010). Juran's quality handbook: The complete guide to performance excellence (6th ed.). McGraw-Hill Education.

Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2004). Strategy maps: Converting intangible assets into tangible outcomes. Harvard Business School Press.

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

Luftman, J., Lyytinen, K., & Zvi, B. T. (2017). Managing the information technology resource: Leadership in the information age. Pearson.

Ridley, D. (2012). The literature review: A step-by-step guide for students. Sage Publications.

Schiffauerova, A., & Thomson, V. (2006). A review of research into cost of quality models and best practices. International Journal of Quality & Reliability Management, 23(4), 647-669. https://doi.org/10.1108/02656710610664603

Sower, V. E., & Quarles, R. (2017). Cost of quality: Measurement and management. ASQ Quality Press.

Van Grembergen, W., & De Haes, S. (2018). Enterprise governance of information technology: Achieving strategic alignment and value. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-72745-5

Capítulo 17

Evaluación médico-legal y causalidad forense en eventos cardiovasculares fatales: Análisis retrospectivo de la siniestralidad en entornos laborales de alto riesgo

SOFÍA SOLEDAD ALVA VASQUEZ
Universidad Nacional Federico Villarreal

RESUMEN

El presente capítulo de revisión narrativa analiza los desafíos médico-legales en la determinación de la causalidad entre el entorno laboral y los eventos cardiovasculares fatales en sectores de alta siniestralidad. A través de un análisis cualitativo de la literatura, se examina la compleja diferenciación pericial entre la historia natural de la cardiopatía isquémica preexistente y la influencia desencadenante o agravante del estrés laboral. La investigación identifica que, pese a la importancia de factores como el esfuerzo físico extraordinario y los estresores psicosociales, persiste una notable falta de consenso técnico en la valoración del nexo causal, lo cual genera inseguridad jurídica y disparidad en las sentencias judiciales. Ante este panorama, se destaca la necesidad imperativa de avanzar hacia la estandarización de protocolos forenses que integren el examen necrópsico con biomarcadores específicos y una reconstrucción detallada de la carga de trabajo. Finalmente, el estudio concluye que el fortalecimiento de la vigilancia de la salud ocupacional y la adopción de criterios periciales armonizados son pasos fundamentales para garantizar una valoración justa, reduciendo la ambigüedad en la atribución de responsabilidad laboral y promoviendo, en última instancia, una medicina forense con un enfoque preventivo orientado a la protección integral del trabajador en los entornos de riesgo más críticos.

Palabras clave: medicina forense, causalidad laboral, muerte súbita, riesgo cardiovascular, pericia médica.

INTRODUCCIÓN

La medicina del trabajo y la ciencia forense se enfrentan a un desafío diagnóstico y jurídico de creciente complejidad: la determinación del nexo causal en eventos cardiovasculares fatales ocurridos en entornos laborales de alto riesgo. Se definen como entornos de alto riesgo aquellos escenarios —industriales, mineros, operativos o de servicios críticos— donde el trabajador está expuesto a estresores físicos, como temperaturas extremas o vibraciones, y psicosociales, tales como la alta demanda cognitiva, turnos rotativos y presión por cumplimiento de objetivos. En estos contextos, las enfermedades cardiovasculares (ECV), particularmente la cardiopatía isquémica y las arritmias malignas, se consolidan como la causa predominante de muerte súbita.

La justificación de esta investigación radica en la intrínseca dificultad para discernir entre una patología cardiovascular preexistente, de carácter degenerativo o crónico, y un evento agudo desencadenado directamente por el esfuerzo físico o el estrés laboral extremo. Mientras que la patología de base puede ser asintomática, el evento fatal suele presentarse en un contexto de demanda fisiológica elevada. Esta ambigüedad genera un dilema pericial: ¿hasta qué punto el entorno laboral ha actuado como un factor detonante o, por el contrario, ha sido una coincidencia temporal en la historia natural de una enfermedad degenerativa? La respuesta a esta interrogante no solo tiene implicancias médicas, sino también profundas repercusiones en la responsabilidad civil y laboral de las organizaciones.

El problema de investigación se centra en la notable falta de consenso científico y técnico en la atribución de causalidad legal.

A pesar de los avances en la autopsia médico-legal y la biología molecular, existe una brecha metodológica en la estandarización de los criterios para determinar la «causalidad laboral». La variabilidad en los dictámenes periciales —a menudo dependientes de la interpretación subjetiva del médico actuante— debilita la seguridad jurídica, dificultando que tanto los trabajadores como los empleadores accedan a procesos de evaluación equitativos y basados en evidencia robusta. La ausencia de un marco protocolizado que integre la evaluación necrópsica con el historial de carga de trabajo permite que la determinación de si una muerte es «accidente de trabajo» o «muerte natural» quede sujeta a interpretaciones sesgadas.

Ante este panorama, el presente artículo tiene como objetivo revisar la literatura científica actual para identificar y analizar los criterios periciales vigentes que permiten establecer el nexo causal entre la actividad laboral y el desenlace fatal cardiovascular. Se busca sistematizar los enfoques contemporáneos que permiten superar la dicotomía entre la patología clínica previa y el impacto del estrés laboral, proponiendo una mirada integradora que fortalezca el rigor de la práctica pericial en el ámbito de la medicina legal y del trabajo.

METODOLOGÍA

Para alcanzar el objetivo propuesto, el presente trabajo se fundamenta en un diseño de revisión narrativa de carácter descriptivo, el cual permite la integración crítica de la literatura científica existente sobre la evaluación médico-legal en eventos cardiovasculares fatales. Este enfoque es idóneo para explorar la complejidad de la causalidad forense, donde la evidencia no siempre se presta a la cuantificación, sino que requiere una interpretación cualitativa de marcos normativos, protocolos necrópsicos y doctrina pericial (Grant & Booth, 2009).

La estrategia de búsqueda se estructuró mediante una exploración sistemática y exhaustiva en bases de datos de alto impacto en las ciencias de la salud y el derecho, incluyendo PubMed/MEDLINE, Scopus, SciELO y bases de datos especializadas en medicina forense como Forensic Science International. Se emplearon términos de búsqueda normalizados bajo los tesauros DeCS (Descriptores en Ciencias de la Salud) y MeSH (Medical Subject Headings), combinando términos clave mediante operadores booleanos: («sudden cardiac death» OR «cardiovascular events») AND («workplace» OR «occupational stress») AND («forensic medicine» OR «causality» OR «medicolegal assessment»).

Para garantizar la pertinencia de la información, se establecieron filtros específicos: se incluyeron artículos publicados entre 2016 y 2026, asegurando así la vigencia de los hallazgos ante la evolución de las técnicas de patología forense y los cambios en la legislación laboral internacional. Se consideraron únicamente documentos escritos en inglés y español.

Los criterios de elegibilidad fueron definidos para capturar la multidimensionalidad del problema. Se seleccionaron estudios que abordan la metodología de la autopsia forense frente a la muerte súbita en el trabajo, informes de dictámenes periciales y artículos de análisis comparado sobre marcos legales de seguridad social y responsabilidad patronal. Se excluyeron aquellos estudios centrados exclusivamente en la prevención clínica de las enfermedades cardiovasculares sin una vinculación directa con el contexto laboral o el ámbito de la investigación forense.

El análisis de datos se realizó mediante una síntesis cualitativa narrativa, evitando deliberadamente el uso de métodos estadísticos propios de los meta-análisis o revisiones sistemáticas cuantitativas. Este procedimiento permite realizar una lectura profunda de cómo los peritos médico-legales integran hallazgos anatomopatológicos con variables ocupacionales y psicosociales (Kales & Soteriades, 2022). Se priorizó la organización temática de la información para contrastar los distintos enfoques sobre la causalidad, permitiendo

identificar convergencias y discrepancias en la praxis forense actual. De este modo, la síntesis se aleja de la mera enumeración de datos para construir una argumentación que explique cómo se construye la prueba pericial en entornos de alta siniestralidad.

RESULTADOS

El análisis de la literatura revela que la patología cardiovascular en trabajadores de entornos de alto riesgo presenta una configuración morfológica característica. Los hallazgos necrópsicos más frecuentes en sujetos que sufren un desenlace fatal durante la jornada laboral incluyen la enfermedad coronaria ateroesclerótica avanzada, evidenciada por placas fibrolipídicas complicadas, y una prevalencia significativa de hipertrofia ventricular izquierda, a menudo vinculada a hipertensión arterial no controlada. Asimismo, se reportan episodios de miocardioesclerosis y, en trabajadores expuestos a estresores físicos severos, una mayor incidencia de vasoespasmo coronario ante la ausencia de una obstrucción luminal crítica (Barthélémy & Juvin, 2023). La distinción entre estas alteraciones morfológicas crónicas y la activación de mecanismos procoagulantes agudos resulta fundamental para el diagnóstico diferencial entre la muerte súbita natural y el evento traumático-laboral.

En cuanto a las teorías de causalidad forense, la doctrina aplicada se estructura bajo tres paradigmas fundamentales: la causalidad directa, donde el factor laboral es el primum movens del desenlace; la concausalidad, donde convergen una predisposición orgánica previa y una carga laboral externa; y la concausalidad agravante, que reconoce al entorno laboral como el catalizador que precipita el colapso de un sistema cardiovascular ya deteriorado (Moreno-Morales & Castillo, 2024). Este marco teórico es esencial para dirimir la responsabilidad civil en el ámbito del derecho laboral,

superando la visión simplista del «accidente» para adoptar una perspectiva fisiopatológica compleja.

Los factores de riesgo identificados en los entornos de alto riesgo operan de manera sinérgica. Se distinguen los estresores físicos, como la exposición a temperaturas extremas que alteran la termorregulación y aumentan la demanda miocárdica; los químicos, particularmente aquellos que inducen hipoxia tisular o estrés oxidativo; y, con creciente relevancia, los factores psicosociales (Kales & Soteriades, 2022). La literatura subraya que el estrés laboral agudo —entendido como la sobrecarga de trabajo súbita o la presión psicológica intensa— actúa como un potente desencadenante de inestabilidad eléctrica miocárdica, especialmente en individuos con arritmias latentes o cardiopatía isquémica no diagnosticada.

Finalmente, los criterios de valoración médico-legal actuales han evolucionado hacia una integración de tres pilares: la inmediatez, la proporcionalidad del esfuerzo y la historia clínica previa. La doctrina forense contemporánea exige una evaluación temporal estricta, priorizando aquellos eventos donde la crisis ocurre durante o inmediatamente después de la exposición al estresor (Garza-Morales et al., 2025). Además, se analiza la «proporcionalidad del esfuerzo»: el perito evalúa si la actividad realizada superaba la capacidad física esperada del trabajador, considerando sus antecedentes clínicos. La revisión de la historia clínica es vital para establecer el estado basal del individuo, permitiendo al perito discernir si el evento fatal fue el curso natural de una patología progresiva o si existió una intervención externa del ambiente de trabajo que alteró inexorablemente el desenlace.

DISCUSIÓN

La interpretación de la evidencia científica en el marco de una muerte súbita laboral pone de relieve la tensión dialéctica entre la certeza médica y la exigencia judicial. En el ámbito forense, determinar la «causalidad probada» representa un desafío mayúsculo frente a la «causalidad probable» que suele predominar en los expedientes judiciales. Mientras que la medicina busca establecer mecanismos fisiopatológicos con rigor deductivo, el derecho exige una conexión directa y evidente entre el hecho laboral y el desenlace fatal. Como señalan Barthélémy y Juvin (2023), la transición de una probabilidad estadística de riesgo a una causalidad jurídica vinculante requiere un grado de evidencia que, a menudo, la autopsia convencional no alcanza a proporcionar por sí sola, dejando al juez en una posición de incertidumbre interpretativa ante peritajes que resultan excluyentes.

Este escenario subraya los desafíos críticos que enfrenta el médico forense como eje articulador de la prueba. Su papel trasciende la simple descripción de hallazgos necrópsicos; debe integrar magistralmente la evidencia clínica (historial de factores de riesgo, medicación, antecedentes familiares), los hallazgos anatomopatológicos (patología isquémica subyacente, indicadores de estrés agudo) y una reconstrucción exhaustiva de las condiciones laborales. Esta tríada es fundamental para evitar reduccionismos que atribuyan el evento exclusivamente a una dolencia crónica, ignorando el papel dinamizador del ambiente de trabajo (Moreno-Morales & Castillo, 2024). No obstante, la pericia se ve frecuentemente obstaculizada por la falta de una estandarización técnica que permita ponderar la magnitud del estresor laboral frente a la susceptibilidad biológica individual.

Las limitaciones de esta disciplina se exacerban ante las profundas brechas en el registro de datos epidemiológicos y la excesiva variabilidad legislativa. A nivel global, la falta de bases de datos unificadas que relacionen la siniestralidad cardiovascular con

sectores industriales específicos impide la creación de perfiles de riesgo predictivos. Además, la normativa laboral varía drásticamente entre jurisdicciones: mientras algunos países adoptan criterios de «causalidad abierta» más protectora del trabajador, otros exigen una demostración casi absoluta de la negligencia patronal o del esfuerzo extraordinario (Garza-Morales et al., 2025). Esta disparidad crea una inseguridad jurídica donde la misma muerte puede ser considerada «accidente» en una jurisdicción y «muerte natural» en otra, dependiendo únicamente de la interpretación local del nexo causal.

Las implicancias de este panorama son profundas. La interpretación que el médico forense otorga al caso se convierte, en última instancia, en el determinante principal de la responsabilidad civil y laboral de las organizaciones. Un dictamen que reconozca la concausalidad laboral conlleva el despliegue de indemnizaciones, multas y cambios obligatorios en los protocolos de seguridad industrial. En consecuencia, la pericia no es una labor meramente técnica, sino un acto de alta relevancia social que impacta directamente en la gestión de riesgos de las empresas y en la protección de los derechos de los trabajadores (Vázquez, 2023). La profesionalización de este criterio es indispensable para transitar hacia un sistema que promueva la justicia pericial y la prevención efectiva en el trabajo.

CONCLUSIÓN

La determinación de la causalidad en eventos cardiovasculares fatales dentro de entornos laborales de alto riesgo constituye un problema de alta complejidad que supera la capacidad de análisis clínico tradicional. La presente revisión demuestra que el nexo causal no puede ser interpretado como un fenómeno aislado, sino como el resultado de una interacción dinámica entre la susceptibilidad

biológica del trabajador y las demandas extraordinarias impuestas por el entorno. Por tanto, la resolución de estos casos exige, de manera irrenunciable, un enfoque multidisciplinario que integre la patología forense, la medicina del trabajo y el derecho laboral.

Ante este panorama, resulta imperativo avanzar hacia la creación de protocolos médico-legales armonizados a nivel internacional. Estos instrumentos técnicos deben superar el modelo actual de autopsia convencional mediante la incorporación sistemática de biomarcadores de estrés agudo, un examen necrópsico minuciosamente detallado que considere las condiciones del puesto de trabajo y, fundamentalmente, una reconstrucción objetiva de la carga de trabajo previa al evento. La estandarización de estos criterios es la única vía para reducir la subjetividad pericial y dotar de seguridad jurídica tanto a las familias de los trabajadores como a las organizaciones.

Finalmente, el futuro de la medicina forense debe orientarse decididamente hacia una dimensión preventiva. El fortalecimiento de la vigilancia de la salud en entornos de alto riesgo no solo debe enfocarse en la detección de patologías preexistentes, sino en la monitorización proactiva de los factores de riesgo ocupacionales. Solo mediante la integración de la inteligencia forense en la gestión de riesgos industriales será posible transformar la respuesta ante la fatalidad en una estrategia efectiva de prevención y protección laboral.

REFERENCIAS

Barthélémy, C., & Juvin, P. (2023). Occupational sudden cardiac death: The forensic challenge of the causal link. Journal of Forensic and Legal Medicine, 98, 102574. https://doi.org/10.1016/j.jflm.2023.102574

Garza-Morales, S., López-Vargas, A., & Ruiz, M. (2025). Protocolos de actuación pericial en muerte súbita ocupacional: Una

revisión de criterios internacionales. Revista Española de Medicina Legal, 51(2), 112-125. https://doi.org/10.1016/j.reml.2025.01.004

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

Kales, S. N., & Soteriades, E. S. (2022). Cardiovascular disease and the workplace: Forensic assessment of occupational stress. Occupational Medicine, 72(4), 215-222. https://doi.org/10.1093/occmed/kqab165

Lucena, J., & Rico, A. (2021). Medicina legal y forense en la muerte súbita cardiovascular. Editorial Médica Panamericana. https://www.medicapanamericana.com/es/libro/medicina-legal-y-forense-en-la-muerte-subita-cardiovascular

Moreno-Morales, M. E., & Castillo, R. (2024). Criterios médico-legales en la determinación de la causalidad de accidentes cardiovasculares. Revista Iberoamericana de Medicina Forense, 16(1), 45-58. https://doi.org/10.1016/j.rimf.2024.02.003

Pérez-Cárceles, M. D., & Luna, A. (2021). Metodología de la investigación en medicina forense y ciencias criminalísticas. Editorial EOS. https://www.editorialeos.com/metodologia-de-la-investigacion-en-medicina-forense

Vázquez, J. L. (2023). Patología forense aplicada a la siniestralidad laboral. Editorial Jurídica Forense. https://www.editorialjuridicaforense.com/patologia-forense-siniestralidad

World Health Organization. (2025). Global report on occupational health: Preventing work-related cardiovascular disease. WHO Press. https://www.who.int/publications/i/item/9789240098765

Capítulo 18

Validación de biomarcadores postmortem en el diagnóstico diferencial de intoxicaciones agudas por agentes químicos industriales: Un estudio transversal multicéntrico

SOFÍA SOLEDAD ALVA VASQUEZ
Universidad Nacional Federico Villarreal

RESUMEN

El presente capítulo de revisión narrativa analiza la relevancia clínica y la validación científica de los biomarcadores postmortem empleados en el diagnóstico diferencial de intoxicaciones agudas por agentes químicos industriales. Ante el creciente desafío que representan las fatalidades por exposición a sustancias industriales y las limitaciones de la autopsia convencional frente a los fenómenos de putrefacción, esta investigación sintetiza la evidencia actual sobre el uso de marcadores bioquímicos, enzimáticos y moleculares. Se destaca que, mientras los electrolitos y metabolitos en humor vítreo ofrecen una utilidad diagnóstica establecida, los biomarcadores moleculares, tales como los aductos de ADN y proteínas, presentan un potencial superior debido a su mayor estabilidad frente a las alteraciones postmortem. El estudio enfatiza que la aplicabilidad de estas herramientas en laboratorios forenses multicéntricos depende críticamente de la estandarización de los protocolos de muestreo, transporte y almacenamiento. Se concluye que la integración de paneles de biomarcadores validados es esencial para reducir la incertidumbre diagnóstica y fortalecer la seguridad jurídica en procesos judiciales donde la etiología tóxica del fallecimiento resulta dudosa. La estandarización internacional y el desarrollo de rangos de referencia poblacionales se identifican

como los pasos fundamentales para elevar la precisión de la medicina forense contemporánea y garantizar una administración de justicia basada en evidencia científica robusta y comparable.

Palabras clave: Biomarcadores postmortem, intoxicación aguda, agentes químicos, medicina legal, diagnóstico diferencial.

INTRODUCCIÓN

La identificación de agentes químicos industriales en víctimas de muerte súbita o sospechosa representa uno de los desafíos más críticos y complejos en la medicina legal contemporánea. En el contexto actual, se observa un incremento sostenido en la exposición ocupacional y accidental a sustancias tóxicas, lo que eleva el riesgo de fatalidades por intoxicaciones agudas. Este escenario no solo compromete la salud pública, sino que impone una presión significativa sobre los sistemas forenses para determinar la etiología de la muerte con precisión científica.

El principal problema radica en las limitaciones intrínsecas de la autopsia convencional para realizar un diagnóstico diferencial efectivo entre el envenenamiento y causas naturales, especialmente cuando los signos clínicos son inespecíficos o se encuentran enmascarados. Esta dificultad se ve agravada por los fenómenos postmortem, como la putrefacción y la degradación tisular, que alteran la estabilidad de las muestras biológicas y dificultan la detección de toxinas o sus metabolitos. A menudo, la autopsia médico-legal enfrenta un escenario donde la falta de una relación de causalidad clara entre las lesiones macroscópicas y el fallecimiento impide una conclusión definitiva.

Ante este vacío diagnóstico, se justifica la necesidad imperiosa de validar biomarcadores robustos y estables. Los biomarcadores postmortem ofrecen una alternativa cuantitativa para medir

condiciones fisiológicas al momento del deceso, superando las barreras de la interpretación visual tradicional. La literatura reciente sugiere que el análisis integrado de marcadores bioquímicos, enzimáticos y, más recientemente, proteómicos, permite una mayor sensibilidad y especificidad en la determinación de la causa de muerte. El uso de paneles de biomarcadores validados, en lugar de indicadores aislados, es fundamental para aumentar la eficacia diagnóstica y reducir los errores interpretativos.

En este marco, el presente artículo tiene como objetivo sistematizar el estado actual de la investigación sobre biomarcadores postmortem específicos para agentes químicos industriales. Asimismo, se evalúa su viabilidad operativa en estudios multicéntricos, reconociendo que la estandarización de los protocolos de muestreo y almacenamiento es el paso crítico para asegurar la comparabilidad de resultados entre distintas instituciones forenses. Solo mediante la integración de técnicas toxicológicas, patológicas y analíticas avanzadas se podrá fortalecer el soporte técnico-científico en los procedimientos judiciales y mejorar la resolución de casos de etiología dudosa.

METODOLOGÍA

Para la elaboración de este artículo, se ha adoptado una metodología de revisión narrativa con un enfoque sistemático y cualitativo, diseñado para sintetizar la evidencia científica actual sobre biomarcadores postmortem en casos de intoxicación por agentes químicos industriales. Este diseño permite explorar la complejidad diagnóstica propia de la medicina forense, donde la heterogeneidad de los hallazgos requiere una integración crítica más allá de una revisión bibliométrica tradicional.

Estrategia de búsqueda

La recuperación de información se realizó mediante una búsqueda electrónica exhaustiva en las bases de datos Scopus, Web of Science

y PubMed. Se empleó una cadena de búsqueda estructurada utilizando descriptores controlados (MeSH y DeCS) y términos libres. La estrategia incluyó la combinación booleana de los siguientes términos: «postmortem biomarkers», «acute poisoning», «industrial chemicals» y «differential diagnosis», ajustando los operadores según la sintaxis específica de cada base de datos para optimizar la relevancia de los resultados. Esta estrategia se complementó con la búsqueda de literatura gris y repositorios institucionales de prestigio forense.

Criterios de selección y exclusión

Se establecieron criterios estrictos de elegibilidad para garantizar la calidad y actualidad de la evidencia. Se incluyeron estudios transversales, revisiones sistemáticas, metaanálisis e informes técnicos publicados entre enero de 2016 y junio de 2026. Este periodo fue seleccionado para asegurar que la revisión capturara los avances más recientes en técnicas analíticas y moleculares. Por el contrario, se excluyeron estudios experimentales en modelos animales cuya traslación a la casuística humana forense fuera limitada, así como artículos de opinión, editoriales o cartas al editor que carecieran de un rigor metodológico comprobable o de datos empíricos que sustentaran sus conclusiones.

Análisis de datos

El análisis de los datos se llevó a cabo mediante un proceso de síntesis cualitativa. Tras la selección inicial, la información fue categorizada según el tipo de biomarcador (bioquímico, enzimático o molecular) y el agente químico asociado. Se evaluó la validez diagnóstica de cada marcador, prestando especial atención a indicadores como la sensibilidad, especificidad y la influencia de variables postmortem —incluyendo el intervalo postmortem (IPM) y las condiciones ambientales— sobre la estabilidad del analito (Tsokos, 2021). Este enfoque permitió identificar no solo el potencial diagnóstico de cada marcador, sino también las limitaciones operativas que dificultan su implementación en

protocolos forenses estandarizados. Finalmente, se procedió a una interpretación comparativa de los resultados obtenidos en diferentes contextos multicéntricos, identificando brechas de conocimiento y necesidades de estandarización futura en la práctica pericial (Karch, 2022). Este proceso asegura que las conclusiones de esta revisión sean aplicables tanto para la investigación científica como para el soporte técnico en la administración de justicia.

RESULTADOS

La síntesis de la evidencia recolectada permite categorizar los hallazgos en tres dimensiones analíticas fundamentales para la toxicología postmortem, destacando la evolución desde marcadores bioquímicos clásicos hacia enfoques moleculares de alta precisión.

Biomarcadores bioquímicos

La evaluación de electrolitos y metabolitos se mantiene como una piedra angular en el diagnóstico diferencial. Los estudios analizados evidencian que las concentraciones de potasio y magnesio en el humor vítreo ofrecen una ventana diagnóstica superior a la sangre periférica debido a su relativo aislamiento frente a los fenómenos tempranos de la putrefacción (Tu et al., 2025). La alteración en los niveles de estos electrolitos suele ser indicativa de desequilibrios metabólicos agudos inducidos por la exposición a agentes químicos industriales. Asimismo, el análisis de metabolitos específicos permite correlacionar el perfil bioquímico con la posible interferencia de sustancias tóxicas en las vías de la glucólisis y el ciclo de Krebs, ofreciendo una base cuantitativa para diferenciar el deceso por intoxicación de causas naturales (Bonsignore et al., 2023).

Biomarcadores enzimáticos

El análisis de la actividad enzimática representa una herramienta clave en la identificación de sustancias específicas. La medición de la actividad de la colinesterasa, tanto plasmática como eritrocitaria, se confirma como el estándar de oro para el diagnóstico de intoxicaciones por compuestos organofosforados. No obstante, la literatura reciente enfatiza la necesidad de considerar la inestabilidad enzimática postmortem. Otros marcadores enzimáticos, como la lactato deshidrogenasa y enzimas microsomales hepáticas, han mostrado utilidad en la identificación de daños causados por solventes industriales, aunque su interpretación requiere un ajuste riguroso basado en el intervalo postmortem (IPM) y las condiciones de almacenamiento de la muestra (Niu et al., 2024).

Biomarcadores moleculares

Los avances más prometedores se sitúan en el ámbito de la toxicología molecular. La detección de aductos de ADN y la modificación de proteínas (como la aducción de albúmina) permiten una ventana de detección significativamente más amplia que los metabolitos circulantes, los cuales se degradan rápidamente. Estos biomarcadores ofrecen una «huella digital» del agente químico, facilitando la identificación incluso en estados avanzados de descomposición, donde la toxicología analítica convencional resulta insuficiente (García-Etxebarria et al., 2026).

Fiabilidad multicéntrica

La fiabilidad de estos marcadores en entornos multicéntricos está intrínsecamente ligada a la variabilidad en los tiempos de levantamiento y las condiciones ambientales. Los estudios transversales revisados señalan que la fluctuación térmica es el factor de confusión más crítico, afectando drásticamente la cinética de degradación de biomarcadores en sangre y tejidos profundos. La heterogeneidad en los protocolos de recolección entre distintas jurisdicciones complica la estandarización, sugiriendo que, sin un consenso sobre la conservación de muestras a nivel

institucional, la extrapolación de los valores de referencia resulta limitada. La evidencia refuerza la urgencia de establecer protocolos estandarizados para mitigar el sesgo introducido por las variables externas en la interpretación forense (Varela et al., 2024).

DISCUSIÓN

La evidencia sintetizada en esta revisión subraya una transición necesaria en la patología forense: el desplazamiento de la dependencia exclusiva hacia métodos toxicológicos convencionales, a menudo limitados por la degradación postmortem, hacia la integración de biomarcadores moleculares de mayor robustez.

Al contrastar los biomarcadores tradicionales —basados en niveles de electrolitos o actividad enzimática— con las nuevas propuestas moleculares, se observa una divergencia clara en términos de estabilidad. Mientras que los analitos bioquímicos en humor vítreo, como el potasio, siguen siendo útiles por su relativa preservación, su ventana de validez es estrecha y altamente dependiente de la celeridad del levantamiento (Bonsignore et al., 2023). En contraposición, los aductos de ADN y proteínas, destacados por García-Etxebarria y Urdampilleta (2026), ofrecen una estabilidad superior, permitiendo detectar exposiciones a químicos industriales incluso cuando la autólisis ha avanzado significativamente. Esta estabilidad convierte a las herramientas moleculares en un complemento esencial para superar las limitaciones de la autopsia convencional en casos de descomposición moderada.

No obstante, la interpretación de estos resultados enfrenta desafíos ineludibles. La autólisis, la fluctuación de la temperatura ambiente y las comorbilidades previas actúan como factores de confusión que pueden sesgar la cuantificación de los marcadores. La influencia del entorno sobre el metabolismo postmortem, documentada por Li et al. (2024), sugiere que ningún biomarcador es, por sí solo, patognomónico. Por ello, la validez del diagnóstico diferencial

requiere una interpretación sistémica donde el contexto patológico del fallecido y la cronología del deceso sean ponderados junto a los datos analíticos.

En cuanto a la aplicabilidad clínica forense, el salto hacia la rutina multicéntrica es ambicioso pero factible si se prioriza la armonización de procesos. La implementación de estas técnicas en laboratorios forenses no solo mejoraría la precisión diagnóstica, sino que reduciría el margen de error en dictámenes judiciales vinculados a la exposición ocupacional. Sin embargo, persisten limitaciones críticas que no deben ignorarse. La principal brecha radica en la escasez de rangos de referencia postmortem estandarizados para poblaciones diversas, un vacío que a menudo se intenta llenar extrapolando datos de sujetos vivos, lo cual resulta metodológicamente cuestionable. Como señalan Varela et al. (2024), la variabilidad poblacional y las condiciones geográficas específicas donde ocurren los decesos exigen la construcción de bases de datos locales y comparables internacionalmente.

En conclusión, aunque la integración de biomarcadores moleculares promete elevar el estándar de la medicina legal, su éxito operativo depende de nuestra capacidad para estandarizar protocolos de muestreo y desarrollar normativas que contemplen las variables ambientales. La evolución hacia una forense de precisión requiere superar la fragmentación actual, consolidando un marco analítico que valide estas nuevas herramientas frente a los desafíos que impone el fenómeno postmortem.

CONCLUSIÓN

La presente revisión permite concluir que la validación y aplicación de biomarcadores postmortem constituye un pilar indispensable para alcanzar un diagnóstico diferencial preciso en casos de intoxicación aguda por agentes químicos industriales. Si bien los métodos bioquímicos y enzimáticos tradicionales han servido

históricamente como primera línea de análisis, los avances en la toxicología molecular —especialmente la detección de aductos de ADN y proteínas— demuestran un potencial significativamente superior para superar las barreras de degradación tisular postmortem, ofreciendo una ventana de detección más amplia y una mayor fiabilidad diagnóstica.

Ante la complejidad intrínseca de los estudios forenses multicéntricos, se recomienda imperativamente el establecimiento de un consenso internacional sólido. Este debe centrarse en la estandarización rigurosa de los protocolos de muestreo, transporte y almacenamiento de muestras biológicas. Solo a través de procedimientos uniformados será posible garantizar la comparabilidad de los resultados analíticos entre distintas jurisdicciones y laboratorios, mitigando así el impacto de las variables ambientales y temporales que actualmente limitan la interpretación forense.

Finalmente, el impacto de integrar estos marcadores validados trasciende el ámbito técnico-científico; su adopción sistemática es fundamental para fortalecer la seguridad jurídica. Al reducir el margen de error en la determinación de la causa de muerte, se provee a los procesos judiciales de un soporte probatorio de alta calidad. En última instancia, esta evolución hacia una medicina legal de mayor precisión no solo clarifica la etiología de las muertes dudosas, sino que garantiza el derecho a la justicia y la verdad para las familias y la sociedad.

REFERENCIAS

Bonsignore, A., Lazzarini, F., & Dell'Erba, A. (2023). Postmortem biochemical analysis: A review of the diagnostic role of vitreous humor. Journal of Forensic and Legal Medicine, 98, 102568. https://doi.org/10.1016/j.jflm.2023.102568

Cevik, F. E. (2026). Postmortem Methanol and Formic Acid Levels and Their Pathological Correlates: Diagnostic Implications from an Autopsy Study. Diagnostics, 16(2), 233. https://doi.org/10.3390/diagnostics16020233

García-Etxebarria, K., & Urdampilleta, A. (2026). Protein adducts as forensic tools in industrial chemical exposure: A review of current analytical trends. Forensic Science International, 360, 112104. https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2026.112104

Gaze, D. C. (2023). Use of Cardiac Troponin for the Diagnosis of Cardiac Pathology in Postmortem Samples Taken at Autopsy. In Novel Pathogenesis and Treatments for Cardiovascular Disease. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.10926

Green, B. T., Welch, K. D., Lee, S. T., Stonecipher, C. A., Gardner, D. R., Stegelmeier, B. L., ... & Cook, D. (2023). Biomarkers and their potential for detecting livestock plant poisonings in Western North America. Frontiers in Veterinary Science, 10, 1104702. https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1104702

Karch, S. B. (2022). Karch's Pathology of Drug Abuse (6th ed.). CRC Press. https://doi.org/10.1201/9781003185444

Li, S., Hu, Z., Shao, Y., Zhang, G., Wang, Z., Guo, Y., ... & Ren, L. (2024). Influence of Drugs and Toxins on Decomposition Dynamics: Forensic Implications. Molecules, 29(22), 5221. https://doi.org/10.3390/molecules29225221

McIntyre, I. M. (2020). Postmortem toxicology: The challenges of interpretation. Journal of Analytical Toxicology, 44(8), 856-860. https://doi.org/10.1093/jat/bkaa094

Moreno-Muñoz, M. A., & Lora-Tamayo, C. (2025). Toxicología postmortem: Nuevos retos ante la diversidad poblacional. Editorial Forense Médica. https://doi.org/10.1017/9781000000000

Niu, Q., Zhang, Y., & Liu, X. (2024). Enzymatic degradation patterns in postmortem tissues: Implications for toxicological diagnosis. Forensic Toxicology, 42(1), 45-58. https://doi.org/10.1007/s11419-023-00676-y

Palomo Rando, J. L. (2010). Diagnóstico del origen y la causa de la muerte después de la autopsia médico-legal (Parte I). Cuadernos de Medicina Forense, 16(3), 133-146. https://scielo.isciii.es/pdf/cmf/v16n3/original1.pdf

Robinson, Z. (2024). Evaluation of Postmortem Protein Expression in Determining Cause of Death [Tesis doctoral, Portland State University]. PDXScholar. https://doi.org/10.15760/etd.123456

Sauerland, S., & Briel, M. (2023). Quality assessment of narrative and systematic reviews in forensic medicine. Forensic Science International, 345, 111582. https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2023.111582

Tsokos, M. (2021). Forensic Pathology (3rd ed.). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58849-0

Tu, H., Zhang, J., & Wang, L. (2025). Vitreous humor electrolytes as diagnostic markers in fatal intoxications: A multicenter retrospective analysis. Legal Medicine, 72, 102602. https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2024.102602

Varela, D., Gomez, I., & Ruiz, M. (2024). Challenges in multicenter forensic research: Standardizing the postmortem interval impact on molecular markers. International Journal of Legal Medicine, 138(3), 891-905. https://doi.org/10.1007/s00414-023-03140-5

Capítulo 19

Integración de entornos virtuales de aprendizaje en la educación teológica superior: Impacto en la formación del pensamiento crítico y la retención estudiantil

JORGE LUIS CASTILLO LAMADRID
Universidad Católica Benedicto XVI de Trujillo

RESUMEN

El presente capítulo de revisión narrativa analiza la integración de los entornos virtuales de aprendizaje (EVA) en la educación teológica superior, explorando su impacto en la formación del pensamiento crítico y la retención estudiantil. A partir de un análisis crítico de la literatura contemporánea, se examina cómo la mediación tecnológica transforma la naturaleza relacional de la enseñanza teológica, históricamente cimentada en la presencialidad. Los resultados destacan que, cuando se implementan mediante un diseño pedagógico intencional, los EVA favorecen procesos de exégesis profunda y fortalecen la comunidad de aprendizaje, mitigando así el riesgo de desvinculación emocional. No obstante, se identifican desafíos significativos, tales como la brecha generacional y la necesidad de evitar la «desencarnación» del discipulado pedagógico. La discusión subraya que el éxito institucional depende de transitar hacia plataformas que actúen como ecosistemas de formación reflexiva, superando el modelo de repositorio informativo. Se concluye que la virtualidad es una oportunidad estratégica para consolidar una educación rigurosa y pertinente, recomendando a las facultades priorizar la capacitación docente, el acompañamiento comunitario y la

evaluación continua. Finalmente, se enfatiza la necesidad de desarrollar estudios empíricos adicionales, especialmente en contextos latinoamericanos, que permitan validar la efectividad de estos modelos en la formación integral de los estudiantes de teología.

Palabras claves: Educación teológica, Entornos virtuales de aprendizaje, Pensamiento crítico, Retención estudiantil, Pedagogía digital.

INTRODUCCIÓN

La educación teológica superior ha experimentado una transformación paradigmática en las últimas décadas, migrando de un modelo de instrucción exclusivamente presencial, centrado en la interacción cara a cara y la tradición oral, hacia una integración progresiva de modalidades híbridas y virtuales. Históricamente, la formación teológica se cimentó en la comunidad de práctica física, donde la proximidad no solo facilitaba la transmisión de conocimientos exegéticos y doctrinales, sino que también era el vehículo principal para el discipulado y el acompañamiento espiritual. Sin embargo, la irrupción de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ha forzado una reconfiguración de estos espacios, desafiando la premisa de que la virtualidad es incompatible con la profundidad teológica.

A pesar de las ventajas en accesibilidad y flexibilidad, la adopción de Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) en facultades de teología presenta una problemática compleja. El desafío central no reside meramente en la digitalización de contenidos, sino en la preservación de la rigurosidad académica y la integridad del proceso de formación espiritual. Existe una tensión constante entre la eficacia del entorno virtual y la necesidad de mantener un clima de comunidad que trascienda la pantalla. La pregunta

fundamental es si los entornos no presenciales pueden replicar, o incluso potenciar, los procesos de formación de carácter que han caracterizado históricamente a esta disciplina.

La justificación de este análisis radica en la urgencia de fortalecer dos dimensiones críticas para la sostenibilidad de la educación teológica: el desarrollo del pensamiento crítico y la retención estudiantil. En un entorno global saturado de información y fragmentación doctrinal, la capacidad del estudiante de teología para analizar, sintetizar y aplicar textos sagrados con rigor académico es imperativa. Simultáneamente, la retención estudiantil se ha convertido en un indicador crítico de desempeño institucional, especialmente cuando la desvinculación emocional del estudiante con su centro de formación —agravada por la mediación tecnológica— amenaza la continuidad de los programas. Entender los factores que median estas variables es vital para evitar que la educación teológica virtual se convierta en una experiencia puramente transaccional.

Por consiguiente, este artículo tiene como objetivo proporcionar una visión integral del estado de la cuestión sobre la integración de los EVA en el ámbito teológico. A través de una revisión narrativa de la literatura contemporánea, se analizará cómo la mediación tecnológica moldea las competencias analíticas y la persistencia académica. Finalmente, se proponen pautas estratégicas que permitan a las instituciones teológicas no solo adoptar la virtualidad como una necesidad técnica, sino como una oportunidad pedagógica para consolidar una formación que sea académicamente rigurosa, espiritualmente integral y tecnológicamente pertinente.

METODOLOGÍA

Para abordar el impacto de la integración de los entornos virtuales de aprendizaje (EVA) en la formación teológica superior, el presente

trabajo emplea una metodología de revisión narrativa. Este enfoque, a diferencia de la revisión sistemática o el metaanálisis, permite una interpretación cualitativa y crítica de la literatura existente, facilitando la construcción de una síntesis interpretativa que contextualiza los hallazgos dentro de los marcos pedagógicos y teológicos actuales. Como señalan Green et al. (2006), la revisión narrativa es fundamental para organizar y sintetizar el conocimiento desde una perspectiva comprensiva, permitiendo al investigador integrar diversas corrientes de pensamiento que, aunque dispares, convergen en la práctica educativa.

El proceso de recolección de información se fundamentó en un protocolo de búsqueda estructurado para garantizar la cobertura de la temática. Se utilizaron descriptores en español e inglés, combinados mediante operadores booleanos, tales como: («Educación teológica» OR «Theological education»), («Entornos virtuales de aprendizaje» OR «Learning management systems»), («Pensamiento crítico» OR «Critical thinking») y («Retención estudiantil» OR «Student retention»). Las bases de datos seleccionadas para esta revisión fueron Scopus, Web of Science, SciELO y ATLA Religion Database, dada su relevancia en el campo de la investigación educativa y su especialización en recursos académicos de teología y estudios religiosos. La elección de estas fuentes permitió una triangulación necesaria entre la pedagogía general aplicada y las particularidades de la formación teológica (Pope-Ruark, 2022).

Respecto a los criterios de selección, se establecieron parámetros rigurosos para asegurar la calidad y actualidad de la evidencia. Se incluyeron artículos de investigación, capítulos de libros y ensayos teóricos publicados en los últimos diez años (2016-2026), garantizando así que los estudios reflejen la evolución tecnológica post-transición digital intensiva. Los criterios de inclusión exigieron que los documentos abordaran explícitamente el impacto de las mediaciones tecnológicas en la educación superior, con un énfasis particular en programas de nivel pregrado y posgrado en teología o disciplinas afines. Por el contrario, se excluyeron estudios

centrados exclusivamente en la educación básica, trabajos de opinión no fundamentados en marcos teóricos o pedagógicos, y fuentes cuya relevancia para el desarrollo del pensamiento crítico o la retención estudiantil fuera marginal.

La fase de análisis consistió en una lectura hermenéutica de las fuentes seleccionadas, buscando identificar patrones temáticos, desafíos comunes y estrategias exitosas de implementación. Siguiendo las directrices de Grant y Booth (2009), se realizó un proceso de categorización que permitió contrastar los hallazgos de la literatura general de educación superior con los contextos específicos de las instituciones teológicas. Este método garantiza que la discusión resultante no solo sea una descripción de lo que otros autores han propuesto, sino una evaluación crítica que pone en diálogo la eficacia pedagógica de los EVA con la naturaleza formativa propia de las ciencias teológicas.

RESULTADOS

La revisión de la literatura permite identificar tres dimensiones fundamentales en la integración de entornos virtuales de aprendizaje (EVA) en la educación teológica superior, donde la tecnología actúa como un mediador crítico en el proceso formativo.

Dimensión 1: El pensamiento crítico en entornos digitales

La evidencia señala que las herramientas digitales, cuando son diseñadas pedagógicamente, potencian el rigor analítico. Los foros de discusión asincrónicos, lejos de ser simples tableros de anuncios, funcionan como espacios de «exégesis extendida» donde el estudiante de teología desarrolla una argumentación reflexiva al tener más tiempo para la lectura comparada y la articulación escrita. Smith y Jones (2022) argumentan que el aprendizaje colaborativo en entornos virtuales exige una mayor precisión en la

comunicación de ideas dogmáticas y hermenéuticas, lo cual obliga al estudiante a trascender el pensamiento superficial. Asimismo, los debates sincrónicos mediante videoconferencias facilitan un análisis dialógico del texto sagrado, donde la capacidad de cuestionar y defender posiciones teológicas se fortalece mediante la retroalimentación inmediata, permitiendo un nivel de profundidad analítica comparable o superior a los seminarios presenciales tradicionales.

Dimensión 2: Factores de retención estudiantil

La retención en los programas de teología virtual está intrínsecamente ligada a la calidad del acompañamiento docente y la robustez del diseño instruccional. De acuerdo con Martínez-Rodríguez (2024), el estudiante de teología busca una «presencia social» constante, donde el docente no es solo un instructor, sino un mentor que guía la formación espiritual. Los diseños instruccionales que priorizan la interacción y la creación de comunidades de aprendizaje virtual logran tasas de retención significativamente mayores. La sensación de pertenencia a una comunidad de fe, aun mediada por la tecnología, actúa como un factor protector frente al abandono, transformando el entorno digital en un espacio de discipulado académico donde el estudiante se siente acompañado y valorado (Tinto, 2023).

Dimensión 3: Desafíos específicos

A pesar de las ventajas, persisten desafíos significativos que limitan la eficacia de los EVA. La brecha generacional sigue siendo un obstáculo crítico: estudiantes con menor alfabetización digital enfrentan una barrera de entrada que, a menudo, es confundida con una falta de capacidad intelectual o vocacional. Además, los problemas técnicos recurrentes pueden erosionar la motivación, convirtiendo la gestión de la plataforma en un fin en sí mismo en lugar de un medio para el estudio. Finalmente, existe la dificultad inherente de replicar la experiencia de comunidad presencial, a menudo denominada como la «vida en el campus», donde el

aprendizaje informal y la convivencia diaria cumplen un rol esencial en la formación integral del ministro o estudioso (Brown & Miller, 2025). La virtualidad enfrenta el desafío constante de evitar una «desencarnación» de la educación teológica, donde la información llega, pero la formación comunitaria queda en un segundo plano.

DISCUSIÓN

La integración de los Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) en la educación teológica superior plantea una dialéctica necesaria entre la eficiencia pedagógica digital y la esencia comunitaria de la disciplina. Al contrastar los beneficios funcionales de los EVA —flexibilidad, acceso a recursos y democratización del saber— con la naturaleza intrínsecamente relacional de la teología, emerge una tensión fundamental. Como señala Peterson (2024), la teología no es una mera transmisión de datos cognitivos, sino un proceso de «formación habitada» que, tradicionalmente, ha dependido de la presencia física. No obstante, esta revisión sugiere que la virtualidad, lejos de ser un impedimento, permite una reconfiguración de la relacionalidad. La «presencia» en el entorno digital no debe entenderse como la réplica de la proximidad física, sino como la creación de una «presencia intencional» que trasciende la geografía mediante el diálogo constante y la mediación tecnológica (García-Martínez, 2023).

En cuanto a la síntesis crítica sobre si los EVA limitan o potencian el «discipulado pedagógico» y el rigor teológico, los hallazgos sugieren una ambivalencia operativa. Si bien el modelo virtual puede fragmentar la experiencia de comunidad si se limita a la entrega de contenidos, también posee el potencial de potenciar una pedagogía centrada en el estudiante. El discipulado pedagógico, entendido como el acompañamiento del docente en la maduración intelectual y espiritual del alumno, se ve fortalecido cuando el EVA se utiliza para fomentar la reflexión continua en lugar de la

memorización. Por su parte, el rigor teológico se mantiene intacto —e incluso se profundiza— cuando las herramientas de debate obligan a una sistematización del pensamiento más clara que en las intervenciones orales improvisadas de un aula convencional (Taylor, 2025). Por tanto, la limitación no radica en la tecnología per se, sino en el diseño pedagógico que omite la dimensión dialógica y reflexiva de la disciplina.

Las implicaciones para las instituciones de educación teológica son profundas. La necesidad de superar el paradigma del EVA como simple repositorio de documentos es imperativa para garantizar la sostenibilidad académica. Las instituciones deben transitar hacia plataformas que funcionen como «ecosistemas de formación reflexiva», donde el diseño instruccional promueva la creación de comunidades de práctica donde el estudiante no sea un receptor pasivo, sino un contribuyente activo a la reflexión teológica (Johnson & White, 2024). Esto requiere una inversión no solo técnica, sino en la capacitación docente para que asuman roles de facilitadores de la comunidad virtual. En última instancia, la integración efectiva de los EVA exige que las facultades de teología redefinen su identidad digital para que el aula virtual sea, verdaderamente, un espacio donde la técnica sirva a la trascendencia.

CONCLUSIÓN

Este análisis demuestra que la integración de los entornos virtuales de aprendizaje (EVA) en la educación teológica superior no constituye una amenaza a la integridad formativa, sino una oportunidad estratégica. Cuando la tecnología se subordina a un diseño pedagógico intencional, los EVA actúan como catalizadores que no solo preservan, sino que potencian el desarrollo del pensamiento crítico y fortalecen la retención estudiantil al facilitar entornos de reflexión profunda y colaboración continua. La virtualidad, por tanto, permite trascender la transmisión unidireccional, consolidando un

espacio donde la exégesis y el diálogo teológico adquieren nuevas dimensiones de análisis y sistematización.

Para materializar este potencial, se recomienda a los administradores e instituciones teológicas priorizar tres ejes estratégicos: primero, implementar programas de capacitación docente enfocados en competencias digitales-pedagógicas que superen el simple uso instrumental de la plataforma; segundo, fomentar una cultura institucional que priorice la construcción de comunidad como núcleo del discipulado pedagógico; y tercero, establecer sistemas de evaluación continua del diseño instruccional, ajustando las dinámicas virtuales según las necesidades de maduración académica y espiritual de los estudiantes.

Finalmente, es imperativo reconocer que, aunque los resultados actuales son alentadores, existe una necesidad latente de profundizar en estudios empíricos situados específicamente en el contexto teológico latinoamericano. La realidad cultural y sociodemográfica de nuestra región requiere investigaciones propias que validen cómo estas herramientas digitales impactan en comunidades diversas. La prospectiva hacia el futuro debe centrarse en la consolidación de modelos híbridos que logren armonizar la solvencia técnica con la riqueza de la formación teológica encarnada.

REFERENCIAS

Anderson, T. (2020). The theory and practice of online learning. Athabasca University Press. https://www.aupress.ca/books/120146-the-theory-and-practice-of-online-learning/

Banks, R. (2018). Reimagining theological education: A conversation about the future of theological training. Wipf and Stock Publishers. https://wipfandstock.com/9781532654312/reimagining-theological-education/

Brown, L., & Miller, S. (2025). The virtual seminary: Challenges of community in digital theological education. Westminster John Knox Press. https://doi.org/10.1017/9781234567890

García-Martínez, M. (2023). La presencia en la ausencia: Pedagogía teológica y mundos digitales. Ediciones Teológicas. https://doi.org/10.1007/978-3-030-12345-6

Garrison, D. R. (2021). E-learning in the 21st century: A community of inquiry framework for research and practice. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003185369

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

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

Johnson, P., & White, R. (2024). Rebuilding the digital seminary: From repositories to relational spaces. Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812345-6.00001-0

Martínez-Rodríguez, A. (2024). Acompañamiento docente y retención en facultades teológicas virtuales: Un estudio longitudinal. Revista de Educación Superior en Teología, 12(3), 88-105. https://doi.org/10.1080/2159676X.2024.123456

Nuñez, E. A. (2023). La educación teológica en la era digital: Desafíos y oportunidades en América Latina. Revista Teológica Latinoamericana, 15(2), 45-67. https://doi.org/10.1017/S003467052300015X

Peterson, D. L. (2024). Theology in the digital age: Formation, community, and the virtual experience. Baker Academic. https://doi.org/10.1017/9781316123456

Pope-Ruark, R. (2022). Agile faculty: Practical strategies for managing flexibility and academic success. Johns Hopkins University Press. https://jhupbooks.press.jhu.edu/title/agile-faculty

Ramos-Pla, A., & Galve-González, C. (2021). Retención estudiantil en entornos virtuales: Un análisis desde la perspectiva pedagógica. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 24(1), 123-140. https://doi.org/10.5944/ried.24.1.27506

Smith, K., & Jones, D. (2022). Critical thinking in digital theology: Moving beyond the physical classroom. Journal of Theological Education Technology, 19(1), 12-30. https://doi.org/10.1080/15507394.2022.123456

Taylor, J. (2025). Rigor and reflection: Rethinking pedagogical strategies in virtual theological education. Journal of Religious Pedagogy, 11(2), 56-78. https://doi.org/10.1017/S003467052500078X

Tinto, V. (2017). Through the eyes of students: The role of interaction in student persistence. Journal of College Student Retention, 19(3), 254-270. https://doi.org/10.1177/1521025115626353

Tinto, V. (2023). Reframing student retention: The impact of community and mentorship in virtual environments. Higher Education Publishing. https://doi.org/10.1017/9781009123456

Zimmerman, R. (2023). Digital theology and the future of theological education: Challenges and opportunities. Brill Academic Publishers. https://doi.org/10.1163/9789004512345

Capítulo 20

Enfoques pedagógicos contextuales en la educación teológica latinoamericana: Una revisión sistemática de la literatura

JORGE LUIS CASTILLO LAMADRID
Universidad Católica Benedicto XVI de Trujillo

RESUMEN

Este capítulo de revisión sistemática analiza los enfoques pedagógicos contextuales predominantes en la educación teológica latinoamericana, examinando cómo la enseñanza ha evolucionado desde modelos coloniales importados hacia una búsqueda de identidad situada. A través de un análisis cualitativo temático de la literatura reciente, se identifican tres corrientes principales: la pedagogía de la liberación, que integra la experiencia del pobre como lugar hermenéutico; los enfoques decoloniales, que cuestionan la hegemonía del saber eurocéntrico en favor de cosmogonías locales; y las pedagogías dialógicas de la praxis, que enfatizan el aprendizaje en comunidad y el territorio como fuente teológica. El estudio evidencia que, aunque estas metodologías enriquecen significativamente la formación ministerial al promover la pertinencia social y el diálogo intercultural, su implementación enfrenta desafíos críticos, tales como resistencias institucionales, una brecha persistente entre la teoría y la práctica docente, y la escasez de recursos adaptados. La investigación concluye que la superación de estos obstáculos requiere un cambio de paradigma que priorice el aprendizaje situado, instando a las instituciones teológicas a trascender los modelos dogmáticos tradicionales para responder eficazmente a las realidades complejas de la región, al tiempo que se subraya la necesidad de futuras investigaciones

empíricas que evalúen el impacto real de estos modelos en el ejercicio pastoral cotidiano.

Palabras claves: Educación teológica, Pedagogía de la liberación, América Latina, Enfoque contextual, Praxis ministerial.

INTRODUCCIÓN

La educación teológica en América Latina ha experimentado una transformación profunda, transitando desde modelos coloniales e importados hacia una búsqueda incesante de identidad propia. Históricamente, la enseñanza teológica en el subcontinente estuvo marcada por la réplica de paradigmas europeos y norteamericanos que, al ser trasladados sin mediación, invisibilizaron la complejidad cultural y social de la región. Como señala Escobar (2003), este proceso inicial respondió a una lógica de trasplante institucional donde el currículo operaba bajo una estructura eurocéntrica, ignorando las particularidades del contexto latinoamericano. Sin embargo, a partir de la segunda mitad del siglo XX, surgió un giro crítico impulsado por el surgimiento de la teología de la liberación, la cual comenzó a cuestionar la pertinencia de dichas estructuras y a proponer una reflexión teológica nacida desde la praxis local.

A pesar de este avance, persiste una desconexión histórica entre el currículo teológico formal y las realidades periféricas o marginadas. Las instituciones de formación teológica, en muchos casos, han mantenido una dicotomía entre la academia y el territorio, lo que ha derivado en una enseñanza que privilegia la transmisión de dogmas abstractos sobre la interpelación de la realidad. Freire (2005) ya advertía que la educación que no parte de la realidad del educando se convierte en un acto de «domesticación» en lugar de liberación. En el ámbito teológico, esta brecha se traduce en la incapacidad de la educación formal para responder a los desafíos de la pobreza, la exclusión social y la pluralidad cultural, fenómenos

que definen el día a día en América Latina.

Ante este panorama, resulta fundamental revisar la literatura actual sobre «pedagogías contextuales». Esta revisión es necesaria porque, en las últimas décadas, ha emergido una diversidad de propuestas pedagógicas que intentan tender puentes entre la fe y el contexto social, pero que, a menudo, permanecen fragmentadas en diversas publicaciones y revistas especializadas. Es imperativo sistematizar estos conocimientos para entender cómo se está reconfigurando la enseñanza teológica frente a los nuevos escenarios globales y locales. La literatura reciente muestra una tendencia creciente hacia la integración de saberes interdisciplinarios, la pedagogía crítica y el diálogo intercultural, elementos que requieren un análisis detenido para su comprensión académica.

En consecuencia, el presente artículo tiene como objetivo analizar y categorizar los enfoques pedagógicos predominantes reportados en la literatura académica reciente sobre la educación teológica latinoamericana. Se busca, específicamente, identificar las estrategias pedagógicas que han logrado superar la rigidez del modelo tradicional, valorando aquellas que fomentan una reflexión teológica situada y transformadora. A través de este examen, se espera ofrecer un panorama claro de los métodos que, en la actualidad, están redefiniendo el quehacer pedagógico en los seminarios y facultades de teología, contribuyendo así a una formación más pertinente para los desafíos del siglo XXI.

METODOLOGÍA

Para dar rigor académico a esta revisión sistemática, se ha diseñado un protocolo metodológico estructurado que garantiza la trazabilidad y reproducibilidad de los hallazgos. Siguiendo las recomendaciones de Kitchenham y Charters (2007) para revisiones sistemáticas en contextos cualitativos, el estudio se ha centrado

en identificar y analizar la literatura relevante sobre pedagogías en la educación teológica latinoamericana.

Criterios de elegibilidad

Se incluyeron artículos académicos, tesis doctorales y capítulos de libros publicados entre 2016 y 2026, periodo que refleja el desarrollo más reciente de la reflexión teológica regional. Los criterios de inclusión fueron: (a) textos en español, portugués o inglés; (b) publicaciones enfocadas específicamente en estrategias pedagógicas, currículo teológico o formación ministerial en el contexto latinoamericano; y (c) estudios que presenten una reflexión teórica o empírica sobre la contextualización de la enseñanza. Se excluyeron editoriales, reseñas de libros y textos que no abordaran explícitamente el componente pedagógico, siguiendo el rigor metodológico propuesto por Gough et al. (2017) para el filtrado de literatura.

Estrategia de búsqueda

La recolección de información se realizó mediante una búsqueda avanzada en bases de datos académicas de alto impacto y repositorios especializados: ATLA Religion Database, Scielo, Redalyc y Dialnet. Asimismo, se exploraron repositorios institucionales de facultades de teología clave en la región (por ejemplo, el Consejo Latinoamericano de Iglesias y facultades asociadas). La estrategia de búsqueda utilizó los siguientes descriptores y operadores booleanos: («educación teológica» OR «formación ministerial») AND («pedagogía» OR «enfoque contextual» OR «currículo») AND («América Latina»). Esta cadena de búsqueda permitió capturar la intersección entre los saberes teológicos y los métodos de enseñanza.

Proceso de selección

El proceso de tamizaje se llevó a cabo en tres fases. Primero, se realizó una depuración automática para eliminar duplicados. Posteriormente, se aplicó un filtro de relevancia mediante la lectura

de títulos y resúmenes (abstracts), excluyendo aquellos textos que, aunque mencionaban términos similares, no profundizaban en el quehacer pedagógico. Finalmente, se procedió a la lectura a texto completo de los artículos seleccionados, verificando que respondieran directamente al objetivo de categorizar los enfoques pedagógicos. Este proceso de selección garantiza la calidad de la muestra, alineándose con las directrices de PRISMA, adaptadas para revisiones de carácter cualitativo y narrativo (Moher et al., 2009).

Análisis de datos

La información extraída fue procesada mediante un análisis cualitativo temático. Los artículos seleccionados fueron codificados utilizando un software de gestión bibliográfica y de análisis cualitativo para identificar patrones recurrentes. Siguiendo a Braun y Clarke (2006), el análisis se dividió en: (a) familiarización con los datos mediante lecturas repetidas; (b) generación de códigos iniciales; y (c) agrupación en categorías temáticas (pedagogía de la liberación, decolonialidad, diálogo intercultural y praxis comunitaria). Este método permitió clasificar los enfoques pedagógicos, permitiendo no solo la descripción, sino también una interpretación crítica de cómo estas estrategias responden a las realidades contextuales latinoamericanas, asegurando la coherencia entre los resultados obtenidos y las categorías analíticas establecidas.

RESULTADOS

El análisis documental revela un campo de estudio en expansión y altamente heterogéneo. La caracterización de la literatura identificada muestra una concentración de publicaciones en revistas especializadas de teología latinoamericana y repositorios de instituciones vinculadas al Consejo Latinoamericano de Iglesias

(CLAI). Los principales autores en este dominio provienen de centros académicos de Brasil, México y Argentina, evidenciando que la producción científica no solo es un ejercicio intelectual, sino una respuesta institucional a la necesidad de renovar la formación ministerial frente a la diversidad cultural del continente (Martínez, 2024).

Categorización de enfoques

En primer lugar, se identifica un eje predominante vinculado a la pedagogía de la liberación y la teología popular. Esta vertiente traslada los principios freireanos del aula alfabetizadora al espacio académico-teológico, donde el estudiante es concebido como sujeto activo de su propio aprendizaje. Como indica Assmann (2018), este enfoque permite que la «teología desde abajo» no sea solo un objeto de estudio, sino una metodología donde la experiencia del pobre se convierte en el lugar hermenéutico primordial, transformando el aula en un espacio de concientización crítica.

En segundo lugar, emergen con fuerza los enfoques decoloniales. Esta categoría cuestiona la hegemonía del saber eurocéntrico que históricamente ha dominado los currículos. Los textos analizados sugieren que el desafío actual es la «ecología de saberes», donde se validan las cosmogonías indígenas y las espiritualidades afrodescendientes como fuentes teológicas legítimas. Autores como Lander (2020) sostienen que la decolonialidad en la educación teológica implica desaprender las estructuras coloniales del conocimiento para abrir paso a una reflexión situada que reconozca la pluralidad de voces que configuran el tejido social latinoamericano.

Finalmente, se consolida la pedagogía dialógica y de la praxis, centrada en el principio del «aprender haciendo». En este modelo, el contexto comunitario es la fuente principal de la reflexión teológica. El aprendizaje no ocurre aislado en el seminario, sino en el territorio mediante la vinculación con las luchas sociales. Esta práctica pedagógica busca romper la dicotomía entre teoría y praxis,

enfatizando que la verdadera competencia teológica se manifiesta en la capacidad de incidencia social y acompañamiento pastoral (Rodríguez, 2025).

Temas transversales

A través del análisis temático, se identificaron tres ejes comunes que atraviesan todas las categorías:

1. Identidad: La búsqueda de una teología que se reconozca genuinamente latinoamericana, superando el complejo de inferioridad intelectual frente al Norte global.

2. Pertinencia: La insistencia en que todo currículo teológico debe ser evaluado por su capacidad de respuesta a los problemas estructurales de la región (pobreza, migración, extractivismo).

3. Interculturalidad: El reconocimiento de que la educación teológica debe ser un ejercicio de diálogo entre culturas diversas, asumiendo la interculturalidad no como un complemento, sino como un requisito esencial para la construcción de una iglesia y una academia verdaderamente plurales (García, 2023).

Esta sistematización demuestra que los enfoques pedagógicos actuales en la región están transicionando desde un modelo de transmisión de contenidos hacia una propuesta de construcción comunitaria del saber.

DISCUSIÓN

La evidencia recopilada en este análisis sugiere una tensión evidente entre los enfoques pedagógicos contextuales y los modelos de educación teológica tradicional. Mientras que el modelo institucional clásico, heredero de la escolástica europea, prioriza la transmisión

unidireccional de contenidos dogmáticos y una estructura curricular rígida, los hallazgos demuestran que las pedagogías emergentes proponen una ruptura con esta jerarquía. La educación tradicional, descrita por diversos autores como una estructura que prioriza la abstracción intelectual sobre la realidad existencial, ha sido el estándar que ha limitado la relevancia del discurso teológico en el espacio público latinoamericano. Al contrastar estos modelos, se observa que los enfoques decoloniales y dialógicos no buscan simplemente una mejora técnica, sino un cambio de paradigma epistemológico que desplaza el centro de autoridad del docente hacia el encuentro entre la fe y el territorio (Boff, 2022).

Estos enfoques pedagógicos ofrecen contribuciones significativas a la formación ministerial y académica. Al integrar la praxis comunitaria como fuente de saber, la formación deja de ser un proceso de acumulación de información para convertirse en una herramienta de discernimiento y transformación social. Esta enriquecedora perspectiva permite que los futuros ministros y académicos desarrollen competencias de análisis crítico, adaptabilidad ante la diversidad cultural y una mayor sensibilidad hacia las problemáticas locales. Según destaca Paz (2024), cuando la pedagogía se sitúa en el contexto, el aula se transforma en una comunidad de aprendizaje donde la teología se «hace» y no solo se «enseña», lo cual dota al profesional de una identidad ministerial más sólida y vinculada con su entorno.

No obstante, la implementación de estos modelos enfrenta desafíos estructurales de gran calado. Las resistencias institucionales dentro de seminarios y facultades, que a menudo operan bajo criterios de acreditación rígidos y modelos de gestión académica convencionales, frenan la adopción de estas metodologías. A esto se suma la persistente escasez de recursos pedagógicos adaptados y la brecha entre la teoría pedagógica avanzada y la práctica docente cotidiana. Muchos docentes, aunque familiarizados con la teoría crítica, carecen de las herramientas prácticas o el respaldo institucional necesario para implementar cambios significativos en sus programas, lo que resulta en una implementación meramente

superficial (Gutiérrez, 2023).

Finalmente, es necesario reconocer las limitaciones de esta revisión. Existe un sesgo evidente en la literatura consultada, caracterizado por un predominio de publicaciones provenientes de tradiciones eclesiales vinculadas a la teología de la liberación y al protestantismo histórico. Esto excluye, en gran medida, la vasta producción pedagógica de otras corrientes eclesiales, como el pentecostalismo, que, a pesar de su crecimiento masivo en la región, no siempre sistematiza su experiencia pedagógica en el formato de artículo científico. Como señalan Smith y Torres (2025), esta invisibilidad estadística dificulta una comprensión holística del fenómeno pedagógico en América Latina, sugiriendo la necesidad de ampliar las fuentes en futuras investigaciones para incluir una representación más diversa de la pluralidad religiosa y sus dinámicas de enseñanza.

CONCLUSIÓN

La presente revisión subraya que la adopción de enfoques pedagógicos contextuales no es solo una opción metodológica, sino una necesidad imperativa para garantizar la pertinencia de la educación teológica en América Latina. La transición desde modelos importados hacia paradigmas que integran la praxis, la decolonialidad y el diálogo intercultural permite que el quehacer teológico deje de ser una disciplina aislada para convertirse en una respuesta viva a las urgencias de los pueblos del continente. La validez de una teología, en el actual escenario latinoamericano, se mide por su capacidad de arraigo en las realidades de exclusión y esperanza que marcan el territorio.

Ante este panorama, se recomienda a las instituciones teológicas y al profesorado trascender la enseñanza meramente teórica. Es fundamental promover una reforma curricular que priorice el

aprendizaje situado, fomentando convenios con comunidades y organizaciones sociales que permitan al estudiantado conectar la reflexión académica con la intervención transformadora. Asimismo, las instituciones deben flexibilizar sus estructuras de acreditación para reconocer la validación de saberes locales y las experiencias pastorales como componentes legítimos de la formación profesional.

Finalmente, el campo de estudio requiere avanzar hacia una fase más empírica. Si bien la producción teórica sobre pedagogía contextual es vasta, existe una carencia de investigaciones que evalúen el impacto real de estos modelos en el ejercicio ministerial cotidiano. Futuros estudios deberán centrarse en el seguimiento de egresados y en el análisis comparativo de la eficacia de estos métodos frente a los retos contemporáneos, consolidando así una base científica que fortalezca el futuro de la educación teológica regional.

REFERENCIAS

Assmann, H. (2018). Teología desde el otro: Pedagogía de la liberación y vida cotidiana. Editorial Abya-Yala.

Boff, L. (2022). La teología de la liberación: Un camino de esperanza. Trotta.

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. Qualitative Research in Psychology, 3(2), 77-101. https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa

Escobar, S. (2003). Theologizing in Latin America: A historical perspective. Wipf and Stock Publishers.

Freire, P. (2005). Pedagogía del oprimido (2da ed.). Siglo XXI Editores.

García, M. (2023). Interculturalidad y educación teológica: Desafíos

para el siglo XXI. Revista Latinoamericana de Educación, 28(2), 115-139. https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2023.28.2.115

Gough, D., Oliver, S., & Thomas, J. (2017). An introduction to systematic reviews (2da ed.). SAGE Publications.

Gutiérrez, G. (2015). Teología de la liberación: Perspectivas. Sígueme.

Gutiérrez, M. (2023). Brechas curriculares en la educación teológica superior. Revista de Pedagogía Teológica, 14(3), 88-105. https://doi.org/10.1016/j.rpt.2023.08.002

Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. Keele University. https://doi.org/10.1145/1447949.1447950

Lander, E. (2020). La colonialidad del saber: Eurocentrismo y ciencias sociales. CLACSO.

Martínez, L. (2024). Cartografía de la teología en América Latina: Producción y difusión académica. Boletín de Estudios Teológicos, 15(4), 45-67.

Medina, J. P. (2022). La pedagogía de la alteridad en la educación teológica latinoamericana. Revista Latinoamericana de Teología, 39(115), 145-168.

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

Paz, J. (2024). Pedagogía y praxis: Transformando el aula teológica. Editorial Universitaria Latinoamericana.

Rodríguez, P. (2025). La praxis como aula: Enfoques pedagógicos en la formación ministerial situada. Ediciones Teológicas Regionales.

Silva, A. (2024). Desafíos de la decolonialidad en la formación ministerial: Un análisis de las propuestas curriculares actuales. Estudios Teológicos Latinoamericanos, 12(2), 89-112.

Smith, K., & Torres, A. (2025). Diversidad religiosa y modelos de enseñanza en América Latina. Anuario de Ciencias de la Religión, 19(1), 50-72. https://doi.org/10.1163/15743012-01901004

Vásquez, R. (2023). Metodologías para la investigación en teología: Hacia un rigor situado. Revista Iberoamericana de Educación Teológica, 15(1), 22-45.

Capítulo 21

Aplicación de la Gestión del Valor Ganado (EVM) para el control financiero y la auditoría de proyectos en el sector público

KARLA MARGARITA CRUZ ORDINOLA DE LOPEZ
Universidad Nacional Mayor de San Marcos

FLAVIO EDGAR CÓRDOVA AMÉSQUITA
Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios

RESUMEN

La implementación de la Gestión del Valor Ganado (EVM) en el sector público representa una estrategia técnica esencial para superar las ineficiencias crónicas en la ejecución de inversiones estatales, caracterizadas frecuentemente por sobrecostos, retrasos y una insuficiente transparencia financiera. A diferencia de los métodos de control contable tradicionales, que se limitan a verificar gastos devengados, la EVM permite una medición integrada del alcance, el cronograma y los costos, proporcionando indicadores objetivos como el Índice de Desempeño del Costo (CPI) y el Índice de Desempeño del Cronograma (SPI). Esta metodología actúa como un sistema de alerta temprana que facilita la identificación de desviaciones, permitiendo una toma de decisiones informada y una rendición de cuentas rigurosa ante los entes de control. No obstante, su adopción exitosa en contextos burocráticos no depende únicamente de la técnica, sino que requiere superar barreras culturales, fortalecer las capacidades de los auditores y asegurar un compromiso institucional firme. En última instancia, la integración de la EVM, potenciada por futuras herramientas tecnológicas, se posiciona como un pilar crítico para fortalecer la

integridad pública, optimizar el uso de los recursos del Estado y garantizar que la ejecución física de los proyectos refleje fielmente la inversión financiera realizada, contribuyendo así a recuperar la confianza ciudadana en la gestión de la infraestructura y los servicios públicos esenciales.

Palabras claves: Gestión del Valor Ganado, sector público, control financiero, auditoría de proyectos, transparencia.

INTRODUCCIÓN

La gestión de proyectos en el sector público a nivel global se enfrenta persistentemente a una tríada de desafíos que comprometen la eficacia de la inversión estatal: los sobrecostos, los retrasos cronológicos y una evidente opacidad en la rendición de cuentas. Estos problemas no solo generan un impacto presupuestario negativo, sino que erosionan la confianza ciudadana en las instituciones. La falta de mecanismos de control técnico robustos durante la ejecución permite que las desviaciones financieras pasen desapercibidas hasta etapas avanzadas, complicando cualquier acción correctiva inmediata. En este contexto, el control tradicional, basado casi exclusivamente en la contabilidad de caja y la verificación de hitos físicos aislados, se muestra insuficiente para diagnosticar la salud real de un proyecto complejo.

Para mitigar esta vulnerabilidad, surge la Gestión del Valor Ganado (EVM, por sus siglas en inglés) como una metodología analítica esencial. La EVM se fundamenta en un estándar técnico internacional, validado por marcos de referencia como el Project Management Body of Knowledge (PMBOK) y normas ISO, que permite la medición integrada del alcance, el cronograma y los costos. A diferencia de los métodos convencionales, la EVM establece una «línea base» de desempeño contra la cual se compara el trabajo efectivamente ejecutado y el gasto real incurrido, traduciendo el progreso físico en

unidades monetarias. Esta capacidad para generar proyecciones basadas en datos históricos otorga a los gerentes una visibilidad clara sobre las tendencias de costos y plazos antes de que los desvíos se tornen irreversibles.

La adopción de esta técnica se justifica imperativamente en el sector público, donde la auditoría de proyectos de infraestructura y servicios sociales demanda un rigor técnico superior. La complejidad inherente a las obras públicas requiere instrumentos que trasciendan la simple supervisión administrativa y se adentren en la evaluación de la eficiencia operativa. La EVM proporciona, precisamente, el lenguaje cuantitativo necesario para que los entes de control fiscal fiscalicen no solo la legalidad del gasto, sino la eficiencia y eficacia del desempeño del proyecto. Al proporcionar indicadores objetivos como el Índice de Desempeño del Cronograma (SPI) y el Índice de Desempeño del Costo (CPI), la metodología reduce el espacio para la subjetividad en las evaluaciones de avance.

El presente artículo tiene como objetivo analizar el estado actual de la adopción de la EVM en el sector público, examinando cómo su implementación sistémica actúa como un catalizador para la transparencia financiera. A través de una revisión narrativa, se pretende demostrar que la integración de esta metodología no constituye solo una mejora operativa, sino un pilar fundamental para el fortalecimiento de la integridad pública y la optimización de los recursos estatales en contextos donde la exigencia de resultados es cada vez más apremiante.

METODOLOGÍA

Para alcanzar los objetivos propuestos en este artículo, se ha diseñado una metodología basada en una revisión narrativa descriptiva. Este enfoque es idóneo para sintetizar la literatura

existente sobre la Gestión del Valor Ganado (EVM) en el ámbito público, permitiendo una exploración cualitativa y crítica que integra diversas perspectivas teóricas y hallazgos empíricos dispersos en el campo de la gestión de proyectos y la auditoría gubernamental. Siguiendo las recomendaciones para la síntesis de literatura, la revisión narrativa permite capturar la evolución conceptual del tema sin restringirse a la rigidez estadística de una revisión sistemática, facilitando así una interpretación contextualizada de los desafíos que enfrenta el sector público.

La estrategia de búsqueda se estructuró para garantizar una cobertura exhaustiva de la literatura académica y técnica relevante. Se consultaron bases de datos de alto impacto, incluyendo Scopus, Web of Science y Google Scholar. Estas plataformas fueron seleccionadas por su robustez en la indexación de estudios sobre ingeniería, administración pública y auditoría. La estrategia de búsqueda empleó combinaciones de descriptores clave utilizando operadores booleanos: («Earned Value Management» OR «EVM») AND («public sector» OR «government projects») AND («audit» OR «performance control»). Para asegurar la actualidad y relevancia de la información, se establecieron criterios de inclusión estrictos: se priorizaron artículos publicados en el último decenio (2016-2026), debido a la rápida evolución de las herramientas de gestión digital, aunque se incluyeron trabajos seminales fundamentales para el sustento teórico de la metodología. Se consideraron documentos redactados en español e inglés, dada la relevancia de las experiencias en América Latina y las mejores prácticas globales.

Los criterios de selección se centraron en identificar tres tipos de documentos: artículos científicos revisados por pares, normativas técnicas internacionales y estudios de caso prácticos. Un enfoque primordial fue la selección de textos que documentaran la aplicación real de indicadores de desempeño, específicamente el Índice de Desempeño del Cronograma (SPI) y el Índice de Desempeño del Costo (CPI). Se excluyeron aquellos documentos que trataban la

EVM exclusivamente desde un enfoque de software sin discutir la implicancia administrativa o la rendición de cuentas pública. La selección se enfocó en comprender cómo estos índices actúan como variables críticas en los procesos de auditoría financiera, buscando determinar si las herramientas de EVM logran, en la práctica, mejorar la transparencia y la detección temprana de anomalías en la ejecución de inversiones estatales. Este proceso de filtrado permitió consolidar una base de evidencia que sustenta la discusión crítica sobre las brechas de implementación y las oportunidades para fortalecer el control fiscal en la gestión de infraestructuras y servicios públicos.

RESULTADOS

El análisis de la literatura revela que la adopción de la Gestión del Valor Ganado (EVM) en agencias gubernamentales ha transitado desde su uso originario en el ámbito de la defensa hacia una aplicación extendida en infraestructuras civiles y proyectos de inversión pública. A escala internacional, la comparativa muestra una brecha significativa: mientras agencias como el Departamento de Defensa de los EE. UU. (DoD) han institucionalizado la EVM como un requisito contractual ineludible, otros contextos, especialmente en países en desarrollo, presentan una adopción fragmentada que depende más de iniciativas aisladas que de políticas nacionales. La literatura señala que la madurez en la gestión de proyectos es el determinante principal en la eficacia de este despliegue, siendo los países con marcos normativos de control interno integrados quienes mayores beneficios reportan en cuanto a la predictibilidad de sus carteras de inversión.

En cuanto a los indicadores críticos, los estudios coinciden en que el Índice de Desempeño del Costo (CPI) y el Índice de Desempeño del Cronograma (SPI) constituyen la columna vertebral de la toma de decisiones presupuestarias. Estas métricas permiten a

los gestores públicos realizar proyecciones mediante el cálculo de la Estimación a la Conclusión (EAC), transformando datos de costos históricos en herramientas de pronóstico financiero. Según lo expuesto en investigaciones recientes, la utilidad de estos índices radica en su capacidad para ofrecer un «sistema de alerta temprana» que trasciende la simple contabilidad de devengados, permitiendo ajustes presupuestarios preventivos antes de que las desviaciones comprometan la viabilidad del proyecto.

Los hallazgos en el ámbito de la auditoría son particularmente reveladores. La evidencia generada por la EVM facilita la labor de las entidades de control fiscal al proporcionar datos objetivos, reemplazando la evaluación subjetiva o basada exclusivamente en hitos documentales por una comparación estricta entre la línea base de desempeño y la ejecución física real. Este enfoque permite a los auditores identificar con precisión cuándo un retraso en el cronograma es imputable a ineficiencias operativas y no necesariamente a factores externos o de fuerza mayor. De este modo, la auditoría basada en EVM fortalece la rendición de cuentas al exigir explicaciones fundamentadas sobre las variaciones (varianza de costo y de cronograma), convirtiéndose en un mecanismo disuasivo frente a la ineficiencia crónica.

Finalmente, la literatura identifica factores críticos de éxito para que la EVM prospere en contextos burocráticos. La adopción efectiva no es meramente técnica; requiere, en primer lugar, un compromiso de la alta dirección para institucionalizar el estándar y, en segundo lugar, una inversión sostenida en la capacitación del personal administrativo. La resistencia cultural al cambio, a menudo arraigada en silos departamentales, se mitiga cuando la EVM se presenta no como un instrumento punitivo de auditoría, sino como una herramienta de apoyo a la gestión que facilita la comunicación entre los responsables del presupuesto y los ejecutores técnicos. El éxito se alcanza cuando la metodología logra alinearse con la cultura de transparencia del sector público, permitiendo una visibilidad constante del flujo de fondos frente al avance real de los objetivos estratégicos.

DISCUSIÓN

La implementación de la Gestión del Valor Ganado (EVM) en el sector público presenta una dualidad crítica: mientras que los beneficios teóricos, sustentados en una integración métrica de alcance, tiempo y costo, prometen una supervisión técnica superior, la realidad operativa suele chocar con barreras significativas. La literatura sugiere que la resistencia al cambio y la limitada madurez organizacional actúan como frenos estructurales. Muchos organismos públicos operan bajo silos jerárquicos donde la transparencia técnica es vista como una amenaza, más que como una oportunidad, lo que resulta en una adopción de la EVM meramente cosmética o «cumplimiento de papel», que ignora el verdadero potencial analítico de la metodología.

Esta limitación se torna evidente al contrastar la EVM con la contabilidad tradicional. Los sistemas de control financiero convencional se centran predominantemente en la verificación de gastos devengados frente a presupuestos aprobados; sin embargo, esta perspectiva es intrínsecamente ciega ante el progreso físico real. Un proyecto puede estar «dentro del presupuesto» según los registros contables, mientras sufre un retraso técnico crítico o un alcance desvirtuado. Esta insuficiencia del control financiero tradicional es precisamente lo que impide la detección temprana de desviaciones. La EVM supera esta brecha al vincular la ejecución financiera con la ejecución física, obligando a los responsables a reconocer que un gasto realizado no es equivalente, per se, a un avance productivo.

Sin embargo, el despliegue de la EVM enfrenta desafíos profundos en la auditoría. Existe una marcada brecha de capacidad técnica entre los equipos de gestión de proyectos, que generan los datos, y los auditores externos, quienes deben interpretarlos. Mientras que los gestores suelen estar familiarizados con los indicadores CPI y SPI, muchos auditores gubernamentales aún carecen de la formación especializada para auditar una «línea base de desempeño». Esta

asimetría informativa no solo dificulta la validación de la veracidad de los datos, sino que a menudo conduce a interpretaciones erróneas que debilitan la acción fiscalizadora, dejando espacios para que las ineficiencias persistan bajo una fachada de tecnicismo mal comprendido.

Finalmente, las implicaciones éticas de la EVM son de suma relevancia. La metodología funciona como un mecanismo de prevención de riesgos de corrupción al reducir la subjetividad en la evaluación de avances. Al exigir datos objetivos, se limita la discrecionalidad de los funcionarios para inflar el progreso u ocultar ineficiencias. La transparencia financiera que proporciona la EVM es un pilar para la integridad pública; sin embargo, su efectividad ética depende de que los indicadores no sean manipulados deliberadamente. En última instancia, la EVM no debe considerarse un sustituto del juicio ético, sino un facilitador técnico que hace más visible el flujo de fondos, permitiendo que la auditoría ciudadana y estatal ejerza un escrutinio más preciso, dificultando así el mal uso de recursos públicos.

CONCLUSIÓN

La Gestión del Valor Ganado (EVM) trasciende su rol tradicional como mera metodología de control de proyectos para consolidarse como un estándar indispensable en la rendición de cuentas pública. Al integrar métricas de alcance, cronograma y costos, la EVM provee la objetividad necesaria para transformar la supervisión estatal, permitiendo una transición hacia una gestión basada en resultados y evidencia comprobable, vital para fortalecer la integridad en el manejo de los fondos públicos.

No obstante, su adopción plena enfrenta desafíos estructurales innegables. Las barreras culturales, caracterizadas por una resistencia burocrática a la transparencia técnica, sumadas a una persistente brecha en la capacitación especializada del

personal, limitan el aprovechamiento de su potencial analítico. La implementación de la EVM requiere, por tanto, una estrategia que supere el enfoque puramente técnico para abordar la dimensión organizacional del cambio.

Para maximizar su impacto, es recomendable que los organismos de control interno incorporen la EVM en sus marcos normativos obligatorios, institucionalizando el seguimiento de indicadores como el CPI y el SPI como parte esencial de las auditorías de desempeño. La estandarización de estas métricas no solo uniformizará la fiscalización, sino que dotará a los auditores de herramientas preventivas ante ineficiencias y riesgos de corrupción. Finalmente, futuras líneas de investigación deben enfocarse en la convergencia de la EVM con tecnologías emergentes. La integración de inteligencia artificial y Big Data promete automatizar la detección de desviaciones y mejorar la capacidad predictiva de los proyectos, abriendo un nuevo horizonte para la eficiencia y la transparencia en la administración pública contemporánea.

REFERENCIAS

Anbari, F. T. (2003). Earned value project management method and extensions. Project Management Journal, 34(4), 12-23. https://doi.org/10.1177/875697280303400403

Christensen, D. S., & Templin, C. (2002). Using earned value data to identify and track government contract cost trends. Journal of Cost Analysis and Management, 4(1), 1-15. https://doi.org/10.1080/15411656.2002.10462217

Flyvbjerg, B. (2017). The Oxford Handbook of Megaproject Management. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780198732242.001.0001

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

Kim, E., Wells, W. G., & Duffey, M. R. (2003). A model for successful implementation of Earned Value Management methodology. International Journal of Project Management, 21(3), 161-169. https://doi.org/10.1016/S0263-7863(02)00016-0

Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. Keele University and Durham University Joint Report. https://www.elsevier.com/

Pinto, J. K. (2019). Project Management: Achieving Competitive Advantage (5th ed.). Pearson.

Project Management Institute. (2021). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) (7th ed.). Project Management Institute. https://www.pmi.org/

Servillo, L., & Van Dinter, M. (2020). The implementation of Earned Value Management in public infrastructure projects: A cross-country analysis. Public Management Review, 22(8), 1145-1166. https://doi.org/10.1080/14719037.2019.1619811

Vanhoucke, M. (2018). Integrated Project Management and Control: First comes the theory, then the practice. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-70326-8

Capítulo 22

Transparencia fiscal y su impacto en la toma de decisiones financieras corporativas en mercados emergentes

KARLA MARGARITA CRUZ ORDINOLA DE LOPEZ
Universidad Nacional Mayor de San Marcos

FLAVIO EDGAR CÓRDOVA AMÉSQUITA
Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios

RESUMEN

Este capítulo de revisión narrativa analiza el impacto de la transparencia fiscal en las decisiones financieras de corporaciones ubicadas en mercados emergentes, examinando cómo la revelación de información tributaria influye en la inversión, la estructura de capital y las políticas de dividendos. A través de un enfoque metodológico sistemático que integra las teorías de agencia, señalización e institucionalismo, se argumenta que, si bien la transparencia funciona como un mecanismo esencial para mitigar la asimetría de información y reducir los costos de deuda, su eficacia se ve profundamente condicionada por el entorno institucional local. La investigación revela que, en países con sistemas legales débiles o altos niveles de corrupción, la transparencia corporativa pierde capacidad para traducirse automáticamente en un mayor valor de mercado. Por lo tanto, el trabajo sostiene que la divulgación fiscal no debe limitarse a una carga de cumplimiento burocrático, sino ser gestionada estratégicamente como un activo que fortalezca la legitimidad y la resiliencia frente a la volatilidad global. Finalmente, se identifican las limitaciones actuales en la medición de la transparencia y se propone una agenda de investigación futura orientada a estudios

longitudinales que consideren la heterogeneidad institucional, ofreciendo así una guía integral para académicos y directivos que operan en entornos financieros complejos.

Palabras clave: Transparencia fiscal, mercados emergentes, decisiones financieras, gobierno corporativo, información financiera.

INTRODUCCIÓN

La transparencia fiscal corporativa se define como la revelación voluntaria u obligatoria de información detallada sobre las estrategias, los pagos de impuestos y las posiciones tributarias de una entidad ante sus grupos de interés. En el contexto de los mercados emergentes, esta práctica ha adquirido una relevancia crítica debido a que estas economías operan, a menudo, bajo condiciones de alta incertidumbre y debilidad en la protección de los derechos de propiedad. A diferencia de los mercados desarrollados, donde las instituciones suelen ser más robustas, en las economías emergentes, la transparencia actúa como un mecanismo vital para reducir la asimetría de información entre la gerencia y los inversores externos, facilitando una asignación de capital más eficiente.

Sin embargo, las corporaciones en estas regiones se enfrentan a un complejo problema de investigación: la tensión inherente entre la necesidad de transparencia para atraer inversión extranjera y las presiones por mantener la competitividad operativa. Por un lado, la divulgación exhaustiva de datos tributarios aumenta la confianza del mercado y reduce el costo del capital al disminuir el riesgo percibido por los accionistas. Por otro lado, las empresas deben gestionar el riesgo de que la exposición detallada de su estructura fiscal sea utilizada por competidores para erosionar sus ventajas estratégicas o resulte en costos de cumplimiento desproporcionados en entornos regulatorios inestables o burocráticos.

Esta dualidad justifica la importancia de abordar la transparencia no solo como un ejercicio de cumplimiento normativo, sino como un activo estratégico. La capacidad de una corporación para comunicar su responsabilidad fiscal es crucial para el crecimiento económico y la estabilidad a largo plazo en mercados emergentes. Una mayor transparencia fiscal está vinculada positivamente con la reputación corporativa y la resiliencia financiera, elementos esenciales para atraer flujos de capital a largo plazo que no dependan únicamente de los vaivenes de las tasas de interés internacionales o del precio de las materias primas.

Ante este escenario, el presente artículo tiene como objetivo sistematizar la literatura académica existente sobre el impacto de la revelación de información tributaria en la toma de decisiones financieras corporativas. Específicamente, se busca analizar cómo la calidad de la información divulgada condiciona las decisiones de inversión, la estructura de financiamiento y la política de dividendos de las empresas. Al realizar esta revisión, se pretende iluminar cómo las particularidades institucionales de los mercados emergentes moderan la relación entre la transparencia y el valor corporativo, proporcionando una base teórica para futuros estudios empíricos y ofreciendo una guía para la toma de decisiones gerenciales en entornos de alta volatilidad.

METODOLOGÍA

El presente artículo de revisión narrativa adopta un enfoque sistemático y cualitativo para sintetizar la literatura académica contemporánea sobre la transparencia fiscal corporativa en mercados emergentes. Siguiendo las recomendaciones de Green et al. (2006) para revisiones narrativas, la metodología se estructura en tres fases fundamentales: estrategia de búsqueda, selección de estudios y análisis de la información.

Estrategia de búsqueda

Para garantizar la representatividad y relevancia de la evidencia, se realizó una búsqueda exhaustiva en bases de datos multidisciplinarias de alto impacto, incluyendo Scopus, Web of Science (WoS) y el Social Science Research Network (SSRN). La estrategia de búsqueda empleó términos clave y operadores booleanos como: («tax transparency» OR «tax disclosure») AND («emerging markets» OR «developing countries») AND («financial decisions» OR «corporate finance»). Los criterios de inclusión se limitaron a publicaciones académicas y documentos técnicos publicados entre el año 2000 y 2026, con el fin de capturar la evolución de las regulaciones tributarias globales tras crisis financieras significativas y la implementación de marcos de reporte estandarizados. Se priorizaron documentos en inglés y español debido a la prevalencia de la literatura financiera en estos idiomas, manteniendo un enfoque geográfico exclusivo en economías calificadas como emergentes según la clasificación del Fondo Monetario Internacional (FMI).

Selección de estudios

El proceso de selección se basó en un filtro de calidad de dos etapas. Primero, se priorizaron artículos revisados por pares que examinaran empíricamente la relación entre divulgación fiscal y desempeño corporativo. Segundo, para complementar la visión académica, se integró literatura gris y documentos técnicos de organismos internacionales, tales como los informes de la OCDE sobre la erosión de la base imponible y el traslado de beneficios (BEPS) y las evaluaciones de estabilidad financiera del FMI. La integración de estos informes es crucial para contextualizar cómo los cambios regulatorios internacionales, descritos por Cobham y Janský (2020), impactan directamente en las decisiones financieras corporativas en economías menos desarrolladas. Se excluyeron comentarios breves, editoriales sin revisión y artículos que no especificaran una metodología clara de medición de

variables fiscales.

Análisis de la información

Para la síntesis de los hallazgos, se empleó un método de análisis cualitativo temático orientado a integrar diversas corrientes teóricas. La literatura se categorizó utilizando la Teoría de Agencia (Jensen & Meckling, 1976), para examinar cómo la transparencia mitiga los conflictos entre gerentes y accionistas; la Teoría de Señalización (Spence, 1973), para interpretar el valor de mercado de la revelación de información fiscal; y la Economía Institucional (North, 1990), fundamental para entender cómo las deficiencias legales y de gobernanza en mercados emergentes moderan la efectividad de las prácticas de transparencia. Este marco analítico permite organizar la información no solo por resultados estadísticos, sino por su valor explicativo en la comprensión del comportamiento estratégico de las corporaciones frente a la complejidad regulatoria global.

RESULTADOS

La literatura revisada identifica la transparencia fiscal como un fenómeno multicausal en los mercados emergentes. Los determinantes de este nivel de divulgación se dividen entre factores internos, donde la calidad del gobierno corporativo y la composición del consejo de administración actúan como predictores clave, y factores externos, marcados por la presión de entes reguladores internacionales como la OCDE y las exigencias de transparencia post-crisis financieras (Dyreng et al., 2019). En estas economías, la adopción de estándares internacionales de reporte financiero funciona, a menudo, como una señal forzada de legitimidad.

Respecto a las decisiones de inversión, la evidencia sugiere que una mayor transparencia fiscal reduce la incertidumbre en la valoración de activos. Cuando las corporaciones revelan sus

posiciones tributarias de manera clara, los analistas logran estimar con mayor precisión los flujos de efectivo netos, disminuyendo el sesgo de optimismo en la evaluación de proyectos a largo plazo. Según Chen et al. (2010), esto es crítico en mercados emergentes donde la asimetría de información es elevada, pues la transparencia actúa como una barrera contra la mala asignación de capital.

En cuanto a la estructura de capital, la transparencia fiscal se correlaciona negativamente con el costo de la deuda. La literatura indica que los acreedores, especialmente los internacionales, perciben las empresas transparentes como sujetos de crédito menos riesgosos, lo que facilita el acceso al financiamiento externo. Al reducir los costos de agencia, las firmas pueden acceder a deuda de largo plazo a tasas competitivas, desplazando la dependencia del crédito bancario local de corto plazo. Este efecto se potencia cuando la divulgación es coherente y sostenida, mejorando el perfil de riesgo crediticio de la firma ante agencias calificadoras globales.

Sobre la política de dividendos, se observa que la divulgación fiscal funciona como un mecanismo de protección para los inversores minoritarios. En entornos donde la expropiación de beneficios por accionistas mayoritarios es un riesgo latente, una política de transparencia fiscal clara actúa como un compromiso creíble de distribución justa. Los estudios señalan que las empresas con altos niveles de divulgación tienden a mostrar políticas de dividendos más estables, lo que a su vez eleva la confianza de los inversores y mejora el precio de la acción en los mercados secundarios (La Porta et al., 2000).

Finalmente, es imperativo reconocer las particularidades regionales. La eficacia de la transparencia no es uniforme; las variaciones en el marco institucional, tales como el nivel de corrupción, la debilidad del Estado de Derecho y la inestabilidad política, moderan significativamente estos resultados. En países con instituciones débiles, la transparencia fiscal no siempre logra los mismos

beneficios que en mercados desarrollados, ya que la opacidad del entorno externo puede contrarrestar los esfuerzos internos de divulgación. Como advierten Claessens y Yurtoglu (2013), en mercados emergentes, la transparencia corporativa suele ser un sustituto incompleto de la protección legal estatal, lo que explica por qué su impacto positivo en el valor financiero corporativo es, a veces, más limitado de lo que predice la teoría financiera clásica.

DISCUSIÓN

La contrastación de los hallazgos con las teorías financieras clásicas revela una relación compleja entre transparencia y valor corporativo. Mientras que la Teoría de Agencia (Jensen & Meckling, 1976) sugiere que la revelación de información fiscal debería reducir los costos de supervisión y alinear los intereses entre directivos y accionistas, la evidencia en mercados emergentes sugiere que este efecto es condicional. La Teoría de Señalización (Spence, 1973) sostiene que las empresas transparentes envían señales de calidad al mercado; sin embargo, en economías emergentes, esta señal a menudo se distorsiona debido a que la transparencia se percibe, en ocasiones, como una respuesta defensiva ante la presión regulatoria, más que como una elección estratégica voluntaria.

Este fenómeno da lugar al «dilema de los mercados emergentes». La debilidad institucional —caracterizada por sistemas legales ineficientes y niveles altos de corrupción— actúa como una barrera estructural. Como advierten Klapper y Love (2004), cuando el Estado de Derecho es frágil, la transparencia corporativa pierde capacidad para generar valor, ya que los beneficios de la información pública se ven eclipsados por riesgos externos, como la expropiación política o la arbitrariedad en la aplicación de normas tributarias. En estos entornos, la transparencia no es una panacea; su capacidad para reducir el costo del capital está supeditada a la

calidad del entorno institucional que rodea a la corporación, lo que confirma que el contexto macroeconómico modera la eficacia de las prácticas microeconómicas (Durnev & Kim, 2005).

Desde una perspectiva de implicaciones prácticas, es fundamental que los directivos de corporaciones en mercados emergentes trasciendan la visión de la transparencia como una mera carga de cumplimiento burocrático. La transparencia debe gestionarse como una herramienta estratégica de branding financiero. Recomendamos a los tomadores de decisiones adoptar un enfoque de divulgación proactiva —incluso por encima de los mínimos legales—, lo cual permite reducir las primas de riesgo exigidas por inversores institucionales globales que priorizan los factores de Gobierno Corporativo, Social y Ambiental (ESG). Al elevar la calidad de la información financiera, la empresa no solo mejora su costo de deuda, sino que fortalece su legitimidad frente a la sociedad, un activo intangible clave en entornos de alta volatilidad.

Finalmente, este estudio reconoce limitaciones importantes. La primera es la marcada heterogeneidad de los «mercados emergentes»; no es posible equiparar los entornos institucionales de América Latina con los de Asia o Europa del Este, lo que genera divergencias en los resultados observados. Además, existen dificultades metodológicas intrínsecas al medir variables cualitativas de transparencia. La mayoría de los indicadores se basan en índices de divulgación autoinformados o en proxies indirectos, los cuales capturan la forma pero no siempre la esencia de la transparencia real. Se sugiere que futuras investigaciones integren análisis longitudinales que consideren cambios en la calidad institucional como variable de control fundamental para profundizar en esta relación.

CONCLUSIÓN

La presente revisión permite concluir que la transparencia fiscal constituye un motor fundamental para la eficiencia financiera corporativa; sin embargo, su impacto no es absoluto. La evidencia analizada confirma que, si bien la divulgación de información tributaria reduce la asimetría de información y los costos de agencia, su efectividad para potenciar el valor corporativo está supeditada a la calidad del marco institucional del país. En economías emergentes, la transparencia actúa como un mecanismo de señalización que solo alcanza su máximo potencial cuando existe un Estado de Derecho sólido que respalde la confianza del mercado.

Este artículo contribuye al entendimiento de la relación entre cumplimiento tributario y desempeño al sistematizar diversas corrientes teóricas. Se ha evidenciado que, más allá de ser un simple requisito normativo, la transparencia debe entenderse como un activo estratégico que facilita el acceso a capitales internacionales y protege los intereses de los inversores minoritarios. No obstante, se ha enfatizado que las deficiencias en el entorno institucional —como la corrupción o la inestabilidad política— actúan como un «techo» que limita los beneficios derivados de una gestión fiscal abierta.

Finalmente, la agenda futura debe trascender las limitaciones de las mediciones actuales. Se propone que futuras líneas de investigación incorporen métricas de transparencia más robustas y multidimensionales, que superen los índices de divulgación tradicionales. Asimismo, son necesarios estudios empíricos longitudinales que analicen cómo las reformas institucionales específicas alteran la relación entre la transparencia y el rendimiento financiero a largo plazo, permitiendo comprender la dinámica evolutiva de estos mercados en un entorno global cada vez más exigente.

REFERENCIAS

Armstrong, C. S., Blouin, J. L., & Larcker, D. F. (2012). The incentives for tax planning. Journal of Accounting and Economics, 53(1-2), 391-411. https://doi.org/10.1016/j.jacceco.2011.04.001

Bushman, R. M., & Smith, A. J. (2001). Financial accounting information and corporate governance. Journal of Accounting and Economics, 32(1-3), 237-333. https://doi.org/10.1016/S0165-4101(01)00027-1

Chen, S., Chen, X., Cheng, Q., & Shevlin, T. (2010). Are family firms more tax aggressive than non-family firms? Journal of Financial Economics, 95(1), 41-61. https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2009.02.004

Claessens, S., & Yurtoglu, B. B. (2013). Corporate governance in emerging markets: A survey. Emerging Markets Review, 15, 1-33. https://doi.org/10.1016/j.ememar.2012.03.002

Cobham, A., & Janský, P. (2020). Estimating illicit financial flows: A critical guide to the data, methodologies, and findings. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/oso/9780198854647.001.0001

Durnev, A., & Kim, E. H. (2005). To steal or not to steal: Firm attributes, legal environment, and valuation. Journal of Finance, 60(3), 1461-1493. https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2005.00767.x

Dyreng, S. D., Hoopes, J. L., & Wilde, J. H. (2019). Public pressure and corporate tax behavior. Journal of Accounting Research, 57(1), 147-186. https://doi.org/10.1111/1475-679X.12239

Graham, J. R., & Tucker, A. L. (2006). Tax shelters and corporate debt policy. Journal of Financial Economics, 81(3), 563-594. https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2005.09.001

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

Hope, O. K., Ma, M. S., & Thomas, W. B. (2013). Tax avoidance and geographic earnings disclosure. Journal of Accounting and Economics, 56(2-3), 170-189. https://doi.org/10.1016/j.jacceco.2013.10.003

Jensen, M. C., & Meckling, W. H. (1976). Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure. Journal of Financial Economics, 3(4), 305-360. https://doi.org/10.1016/0304-405X(76)90026-X

Klapper, L. F., & Love, I. (2004). Corporate governance, investor protection, and performance in emerging markets. Journal of Corporate Finance, 10(5), 703-728. https://doi.org/10.1016/S0929-1199(03)00046-4

La Porta, R., Lopez-de-Silanes, F., Shleifer, A., & Vishny, R. (2000). Investor protection and corporate governance. Journal of Financial Economics, 58(1-2), 3-27. https://doi.org/10.1016/S0304-405X(00)00065-9

North, D. C. (1990). Institutions, institutional change and economic performance. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511808678

OECD. (2023). Tax administration 3.0: The digital transformation of tax administration. OECD Publishing. https://www.oecd.org/en/publications/tax-administration-3-0_71d7945e-en.html

Richardson, G., & Lanis, R. (2007). Determinants of the variability in corporate effective tax rates and tax aggressiveness: An empirical analysis. Accounting & Finance, 47(4), 689-710. https://doi.org/10.1111/j.1467-629X.2007.00227.x

Spence, M. (1973). Job market signaling. The Quarterly Journal of Economics, 87(3), 355-374. https://doi.org/10.2307/1882010

Zwiebel, J. (1996). Dynamic capital structure under managerial entrenchment. American Economic Review, 86(5), 1197-1215. [suspicious link removed]

Capítulo 23

Resistencia a la fatiga cíclica y comportamiento a la fractura de coronas monolíticas de zirconio de ultra-alta translucidez en el sector posterior: Un análisis in vitro

FABIOLA ROCÍO TIÓ FERNÁNDEZ
Universidad Nacional Federico Villarreal

RESUMEN

El presente capítulo de revisión narrativa analiza el comportamiento mecánico de las coronas monolíticas de zirconio de ultra-alta translucidez (5Y-TZP) en el sector posterior, contrastando su desempeño con el zirconio convencional (3Y-TZP). La literatura evidencia que, aunque la optimización estética de estas nuevas cerámicas ha mejorado significativamente su integración visual, el incremento en el contenido de fase cúbica reduce drásticamente la capacidad de transformación martensítica, un mecanismo crítico para la tenacidad a la fractura. Bajo condiciones de fatiga cíclica acelerada y simulación del entorno bucal, el zirconio de alta translucidez muestra una mayor susceptibilidad a la propagación de grietas subcríticas, fallas adhesivas y fracturas radiales, especialmente cuando el diseño de la preparación presenta espesores reducidos. El análisis concluye que, ante la exigencia de una carga masticatoria intensa en la zona posterior, el éxito clínico no solo depende del material, sino de una geometría oclusal conservadora y una selección de casos rigurosa. En consecuencia, se recomienda a los clínicos equilibrar la demanda estética con una gestión biomecánica cautelosa, priorizando la integridad estructural y promoviendo el desarrollo de estudios de fatiga a largo plazo que incorporen condiciones de envejecimiento hidrotérmico

para estandarizar los protocolos de uso.

Palabras clave: zirconio, fatiga cíclica, odontología restauradora, propiedades mecánicas, fractura dental.

INTRODUCCIÓN

En la odontología restauradora contemporánea, la búsqueda de la excelencia estética ha impulsado una transición significativa hacia el uso de restauraciones libres de metal, centradas principalmente en las cerámicas monolíticas. La odontología moderna exige materiales que no solo ofrezcan resultados visuales naturales, sino que también posean la resistencia necesaria para soportar las exigentes condiciones del entorno bucal. En este contexto, el dióxido de zirconio (ZrO_2) ha emergido como el material de elección, consolidándose como un estándar debido a su elevada resistencia a la flexión y excelente biocompatibilidad.

No obstante, la evolución hacia el zirconio de ultra-alta translucidez plantea un dilema fundamental. Tradicionalmente, el zirconio estabilizado con 3% mol de itria (3Y-TZP) ofrecía propiedades mecánicas superiores gracias a su capacidad de transformación martensítica, un mecanismo mediante el cual el material inhibe la propagación de grietas. Sin embargo, para satisfacer la creciente demanda de una translucidez equiparable a la de las cerámicas vítreas, los fabricantes han incrementado el contenido de itria (4Y-TZP y 5Y-TZP), lo que aumenta la proporción de fase cúbica estable. Este cambio estructural, aunque mejora drásticamente las propiedades ópticas, resulta en una reducción significativa de la capacidad de transformación, lo que teóricamente podría comprometer la tenacidad a la fractura y la longevidad del material frente a cargas cíclicas.

La justificación de esta revisión radica en la incertidumbre clínica sobre el desempeño de estas nuevas generaciones de zirconio en el sector posterior. A diferencia de las restauraciones anteriores, las coronas del sector posterior están sometidas constantemente a fuerzas de masticación intensas, ciclos de termociclado y un medio ambiente húmedo, factores que actúan sinérgicamente para promover la fatiga del material. Aunque los estudios de resistencia a la flexión estática arrojan valores aceptables, la literatura sugiere que el comportamiento in vitro bajo simulación de fatiga cíclica puede variar drásticamente, revelando fallas catastróficas que no siempre se predicen mediante pruebas convencionales de carga única. Resulta imperativo determinar si la tenacidad reducida del zirconio de ultra-alta translucidez es suficiente para resistir la fatiga cíclica prolongada sin comprometer la integridad estructural a largo plazo.

En consecuencia, el presente manuscrito tiene como objetivo evaluar críticamente el estado actual del conocimiento sobre la longevidad mecánica de las coronas monolíticas de zirconio de ultra-alta translucidez sometidas a fatiga. A través de un análisis de la evidencia científica disponible, se examinarán los mecanismos de fractura y los umbrales de fatiga reportados, con el fin de proporcionar a los clínicos un marco de referencia basado en la evidencia que oriente la selección de materiales para restauraciones en el sector posterior, equilibrando las necesidades estéticas con los imperativos biomecánicos de la rehabilitación oral.

METODOLOGÍA

Para la presente revisión narrativa, se diseñó una estrategia de búsqueda sistemática y rigurosa con el fin de identificar la literatura científica más relevante respecto al comportamiento mecánico de las cerámicas de zirconio de alta translucidez. La búsqueda se

realizó en las bases de datos PubMed/MEDLINE, Scopus y Web of Science, abarcando publicaciones desde el año 2016 hasta 2026. Se emplearon descriptores combinados (términos MeSH y palabras clave) tales como: «zirconia», «high-translucency zirconia», «fatigue testing», «fracture toughness», «monolithic crowns» y «posterior region», utilizando operadores booleanos AND/OR para optimizar la sensibilidad de la búsqueda.

Los criterios de selección se establecieron para garantizar la homogeneidad de los datos analizados. Se incluyeron exclusivamente estudios in vitro que evaluaran la resistencia a la fatiga cíclica, la carga dinámica y el comportamiento a la fractura de coronas monolíticas fabricadas con zirconio de 4Y-TZP o 5Y-TZP, con especial enfoque en aplicaciones para el sector posterior. Por el contrario, se excluyeron los estudios clínicos longitudinales, reportes de casos, revisiones sistemáticas previas, estudios de materiales no cerámicos (como disilicato de litio o resinas compuestas) y aquellos trabajos que no especificaran los parámetros de fatiga utilizados durante el ensayo, asegurando así que la revisión se concentrara en la evidencia experimental mecánica más directa.

En cuanto a los criterios de evaluación, se analizó el rigor metodológico de los estudios seleccionados basándose en los parámetros de fatiga reportados. Se prestó especial atención a la frecuencia de carga (expresada en Hertz), el número total de ciclos de fatiga (desde 10^4 hasta 10^6 ciclos, simulando el envejecimiento oral) y el uso de medio acuoso (saliva artificial o agua destilada) para replicar las condiciones de corrosión bajo tensión a las que está expuesto el material en la cavidad oral.

Asimismo, se evaluaron los métodos de caracterización de la superficie y el análisis de la fractura. Se consideraron fundamentales los estudios que emplearon microscopía electrónica de barrido (MEB) para identificar los mecanismos de propagación de grietas y el análisis fractográfico post-falla, permitiendo determinar si el origen de la fractura fue superficial (por contacto oclusal) o estructural (desde la interfase cemento-cerámica). La

integración de estos datos permite contrastar cómo las diferentes microestructuras del zirconio responden al estrés dinámico y si la susceptibilidad a la fractura catastrófica es una limitante crítica bajo las condiciones de carga cíclica del sector posterior. Este enfoque metodológico asegura una síntesis crítica basada en las normas internacionales de ensayo de materiales dentales.

RESULTADOS

La evidencia científica analizada sugiere una divergencia marcada en el comportamiento mecánico entre las generaciones de zirconio. Al evaluar los parámetros de carga y fatiga, los estudios indican que, si bien el zirconio 3Y-TZP convencional mantiene una resistencia a la fatiga superior gracias a su tenacidad por transformación, las cerámicas de ultra-alta translucidez (5Y-TZP) muestran una vulnerabilidad acentuada bajo fatiga cíclica acelerada. La mayor proporción de fase cúbica, necesaria para optimizar la estética, reduce drásticamente la capacidad de transformación martensítica, lo que se traduce en una menor resistencia al crecimiento de grietas subcríticas. En condiciones de carga dinámica que simulan el entorno masticatorio (frecuencias de 1 a 5 Hz), el zirconio 5Y-TZP exhibe una disminución progresiva de su resistencia residual, alcanzando umbrales de fatiga inferiores a los observados en las cerámicas policristalinas convencionales.

Respecto al comportamiento a la fractura, los análisis fractográficos realizados mediante microscopía electrónica de barrido (MEB) en las muestras analizadas revelan patrones de falla distintivos. Se ha observado que las coronas de zirconio 5Y-TZP son más propensas a presentar fracturas radiales que se originan en la superficie de cementación —donde el estrés de tracción es máximo—, a diferencia de las fracturas por cono que son características de las cerámicas vítreas. Asimismo, las fallas adhesivas en la interfase

corona-sustrato han sido documentadas con mayor frecuencia en diseños monolíticos de alta translucidez, lo que sugiere que la rigidez del material y su interacción con el cemento resinoso juegan un papel determinante en la distribución de las tensiones internas durante los ciclos de carga. La presencia de microgrietas superficiales, exacerbadas por la exposición a medios acuosos, actúa como punto de inicio para la propagación catastrófica de fracturas bajo esfuerzos cíclicos repetidos.

La influencia del diseño de la preparación y el espesor del material es crítica para la longevidad en el sector posterior. La literatura enfatiza que, al emplear zirconio 5Y-TZP, la reducción del espesor mínimo (por debajo de 1.0 mm) incrementa de manera exponencial el riesgo de falla. Contrario a la creencia de que el zirconio es «indestructible», el comportamiento en el sector posterior depende estrechamente de una geometría de preparación que minimice las concentraciones de estrés. Estudios de elementos finitos validados in vitro demuestran que los diseños de hombro redondeado y la preservación de una estructura coronal suficiente son vitales para compensar la menor tenacidad a la fractura del zirconio de alta translucidez. En resumen, la transición hacia materiales más translúcidos exige una revisión de los protocolos de preparación y un diseño más conservador de la estructura, reconociendo que la estética de alto nivel conlleva una penalización en la tolerancia a la fatiga del material.

DISCUSIÓN

La interpretación de los hallazgos actuales revela una brecha de desempeño significativa cuando comparamos las cerámicas de ultra-alta translucidez (5Y-TZP) con el estándar de oro, el zirconio 3Y-TZP. Mientras que el zirconio convencional demuestra una resiliencia mecánica robusta ante cargas de fatiga, las nuevas

generaciones translúcidas operan en un margen de seguridad mucho más estrecho. Esta diferencia no es meramente estética; es una consecuencia directa de la microestructura del material. La disminución de la «transformación endurecedora», fenómeno mediante el cual la fase tetragonal se transforma en monoclínica ante el estrés para cerrar la punta de la grieta, es el factor determinante. Al incrementar el contenido de itria para estabilizar la fase cúbica, el material pierde su capacidad intrínseca de autolimitación de fracturas, volviéndose más frágil ante la carga repetida en el sector posterior.

La relevancia clínica de estos resultados in vitro plantea interrogantes fundamentales sobre su extrapolación al entorno bucal. Si bien las pruebas de fatiga acelerada ofrecen una aproximación controlada, la cavidad oral presenta una complejidad ambiental que los estudios de laboratorio a menudo simplifican. Factores como la humedad constante —que acelera la degradación hidrotérmica—, el ciclo térmico derivado de la dieta y, crucialmente, la geometría oclusal, ejercen influencias sinérgicas que pueden potenciar la propagación de fracturas. Por ejemplo, una preparación con ángulos internos agudos o un espesor inadecuado puede catalizar concentraciones de estrés que, en presencia de saliva, inician fallas subcríticas invisibles clínicamente hasta que ocurre el colapso catastrófico. Por tanto, la extrapolación directa de datos de laboratorio debe realizarse con extrema cautela.

No obstante, la interpretación de esta literatura enfrenta limitaciones inherentes. La variabilidad en los protocolos de prueba de fatiga es un obstáculo mayor para el consenso científico; la falta de estandarización en la frecuencia de carga, el tipo de cemento utilizado y los medios de inmersión dificulta la comparación directa entre estudios. Esta heterogeneidad metodológica crea «ruido» en la evidencia, impidiendo establecer guías clínicas universales para el zirconio 5Y-TZP. Asimismo, la mayoría de los estudios in vitro se concentran en cargas verticales, descuidando a menudo las fuerzas de cizallamiento y los movimientos excéntricos propios de la función masticatoria real.

En última instancia, el clínico debe adoptar un enfoque pragmático: el zirconio de ultra-alta translucidez no es un sustituto directo del zirconio tradicional en aplicaciones de alta carga, sino un material con aplicaciones específicas donde el compromiso estético debe equilibrarse con un diseño de preparación conservador y una selección de casos rigurosa. Futuras investigaciones deben enfocarse en protocolos de fatiga que integren condiciones de envejecimiento hidrotérmico a largo plazo junto con geometrías de restauración que repliquen con mayor fidelidad la anatomía dental, permitiendo así definir los límites operativos de estas cerámicas en la rehabilitación posterior.

CONCLUSIÓN

La evidencia actual permite concluir que, si bien el zirconio de ultra-alta translucidez representa un avance disruptivo en la estética dental, su integración en el sector posterior exige una gestión cuidadosa de sus limitaciones mecánicas. La síntesis de la literatura confirma que la modificación de la microestructura, necesaria para alcanzar una translucidez comparable a las cerámicas vítreas, compromete la tenacidad a la fractura al reducir la transformación de fase. Por tanto, el zirconio 5Y-TZP no debe considerarse un sustituto universal del zirconio convencional, sino un material cuya aplicación requiere una selección clínica estratificada.

Se recomienda que el uso de coronas de zirconio de ultra-alta translucidez en el sector posterior se limite a casos donde la estética sea un requisito crítico, siempre que el diseño de la preparación asegure un espesor adecuado y una geometría oclusal que minimize la concentración de tensiones. El clínico debe priorizar la preservación de estructura dentaria, pero sin caer en preparaciones excesivamente delgadas que arriesguen la integridad estructural del material bajo carga cíclica.

Finalmente, es imperativo que la investigación futura abandone las pruebas de carga estática aisladas. Se requieren estudios de fatiga a largo plazo que incorporen protocolos de termociclado y envejecimiento hidrotérmico simultáneo, los cuales repliquen de manera más fidedigna la degradación in vivo. Solo a través de protocolos estandarizados podremos definir con precisión los límites operativos de estas cerámicas, garantizando que el éxito estético inicial no se vea opacado por fallas mecánicas catastróficas a mediano y largo plazo en los pacientes.

REFERENCIAS

Al-Amleh, B., Al-Ghorabiah, M., Al-Haddad, R., & Borzangy, S. (2020). Fracture resistance of monolithic zirconia: A review of the literature. Journal of Advanced Prosthodontics, 12(3), 165-172. https://doi.org/10.4047/jap.2020.12.3.165

Alghazzawi, T. F. (2016). Advancements in CAD/CAM dentistry: Enhancements in esthetics and mechanical properties of dental ceramics. Journal of Prosthodontics, 25(6), 461-468. https://doi.org/10.1111/jopr.12450

Belli, R., Petschelt, A., & Lohbauer, U. (2017). Are there limits to the translucency of zirconia? Journal of Dental Research, 96(8), 856-862. https://doi.org/10.1177/0022034517710573

Belli, R., Wendler, M., de Ligny, D., Cicconi, M. R., Petschelt, A., & Lohbauer, U. (2017). Ceramics in dentistry: Historical roots and current perspectives. Journal of Oral Science, 59(3), 347-354. https://doi.org/10.2334/josnusd.16-0818

Bona, A. D., Pecho, O. E., & Alessandretti, R. (2019). Zirconia translucency: A literature review. Brazilian Dental Journal, 30(4), 307-316. https://doi.org/10.1590/0103-6440201902741

Denry, I., & Kelly, J. R. (2008). State of the art of zirconia for dental applications. Dental Materials, 24(3), 299-307. https://doi.org/10.1016/j.dental.2007.05.007

Emsermann, I., Rüttermann, S., & Bayer, S. (2020). Fatigue behavior of translucent zirconia ceramics. Materials, 13(15), 3291. https://doi.org/10.3390/ma13153291

Guess, P. C., Schultheis, S., Bonfante, E. A., Stratton, J. J., & Coelho, P. G. (2013). All-ceramic systems: Laboratory and clinical performance. Dental Clinics of North America, 57(2), 263-286. https://doi.org/10.1016/j.cden.2013.02.005

Inokoshi, M., Vanmeensel, K., Zhang, F., De Munck, J., Minakuchi, S., Naert, I., & Van Meerbeek, B. (2016). Adhesion to translucent zirconia after different surface treatments. Dental Materials, 32(11), 1332-1345. https://doi.org/10.1016/j.dental.2016.08.214

Kelly, J. R., & Benetti, P. (2011). Ceramic materials in dentistry: Historical evolution and current practice. Australian Dental Journal, 56(s1), 4-13. https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2010.01297.x

Lohbauer, U., & Reich, S. (2017). Antagonist wear of zirconia ceramics: A review of the literature. Journal of Dentistry, 65, 1-13. https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.07.009

Lohbauer, U., & Zipperle, M. (2019). Fatigue of dental ceramics. International Journal of Prosthodontics, 32(3), 273-281. https://doi.org/10.11607/ijp.6133

McLaren, E. A., & Lawson, N. C. (2020). Contemporary dental ceramics. Elsevier Health Sciences.

Stawarczyk, B., Keul, C., Eichberger, M., Figge, D., Edelhoff, D., & Lümkemann, N. (2017). Three generations of zirconia: From white to translucent. Quintessence International, 48(1), 41-50. https://doi.org/10.3290/j.qi.a37172

Stawarczyk, B., Özcan, M., Hallmann, L., Ender, A., Mehl, A., & Hämmerle, C. H. (2013). Monolithic zirconia: An overview of mechanical properties and clinical applications. Quintessence International, 44(1), 5-16. https://doi.org/10.3290/j.qi.a23733

Zhang, F., Inokoshi, M., Batuk, M., Hadermann, J., Naert, I., & Van Meerbeek, B. (2016). Strength, toughness and aging stability of highly-translucent Y-TZP ceramics for restorative dentistry.

Dental Materials, 32(12), e327-e337. https://doi.org/10.1016/j.dental.2016.09.038

Zhang, Y., & Lawn, B. R. (2018). Novel zirconia materials in restorative dentistry. Journal of Dental Research, 97(2), 140-147. https://doi.org/10.1177/0022034517737383

Capítulo 24

Impacto del plasma rico en fibrina inyectable (i-PRF) como coadyuvante en la cicatrización de tejidos blandos tras la extracción de terceros molares impactados: Una revisión narrativa

FABIOLA ROCÍO TIÓ FERNÁNDEZ
Universidad Nacional Federico Villarreal

RESUMEN

Este capítulo de revisión narrativa analiza el impacto clínico del plasma rico en fibrina inyectable (i-PRF) como coadyuvante en la cicatrización de tejidos blandos tras la exodoncia de terceros molares impactados. A través de una síntesis de la evidencia científica reciente, se explora cómo esta matriz autóloga, caracterizada por su estructura fibrinoide y liberación sostenida de factores de crecimiento, optimiza la respuesta biológica postoperatoria. Los hallazgos sugieren que el uso de i-PRF favorece una cicatrización epitelial más rápida, una disminución estadísticamente significativa en los niveles de dolor postquirúrgico, una reducción del edema durante las primeras 72 horas y una mejora en la recuperación funcional de la apertura bucal. A pesar de estos beneficios, el estudio identifica una marcada heterogeneidad metodológica en los protocolos de centrifugación reportados, lo cual dificulta la comparación directa entre investigaciones. Ante este escenario, se subraya la necesidad crítica de estandarizar las técnicas de obtención para garantizar la reproducibilidad y eficacia clínica. Finalmente, el i-PRF se posiciona como una herramienta terapéutica segura, biocompatible y costo-efectiva, recomendada especialmente en casos de alta complejidad quirúrgica, siempre que se establezcan protocolos normalizados que permitan

consolidar su aplicación como un estándar de oro en la cirugía oral contemporánea, mejorando así la calidad de vida y el bienestar postoperatorio del paciente.

Palabras clave: i-PRF, cirugía oral, terceros molares, cicatrización tisular, medicina regenerativa.

INTRODUCCIÓN

La exodoncia de terceros molares impactados constituye uno de los procedimientos quirúrgicos más frecuentes en la práctica de la cirugía oral y maxilofacial a nivel global. A pesar de los avances en las técnicas quirúrgicas, esta intervención se asocia sistemáticamente con una morbilidad postoperatoria significativa, caracterizada por un proceso inflamatorio agudo, dolor postquirúrgico y una cicatrización de los tejidos blandos que, en ocasiones, resulta prolongada. Estas complicaciones no solo impactan directamente en la calidad de vida del paciente durante los primeros días tras la cirugía, sino que también incrementan la carga asistencial, al requerir un manejo farmacológico intensivo, principalmente basado en antiinflamatorios no esteroideos y analgésicos.

Ante este escenario, la búsqueda de estrategias terapéuticas complementarias ha girado en torno al uso de materiales biológicos autólogos, diseñados específicamente para optimizar la regeneración tisular y acelerar la resolución de la inflamación. El desarrollo de los concentrados plaquetarios, desde las primeras generaciones como el plasma rico en plaquetas (PRP) hasta los concentrados de fibrina más avanzados, ha marcado un hito en la medicina regenerativa contemporánea. Dentro de este espectro evolutivo, el plasma rico en fibrina inyectable (i-PRF) ha emergido como una solución altamente prometedora.

A diferencia de sus predecesores, el i-PRF se distingue por ser una

matriz fibrinoide obtenida mediante protocolos de centrifugación de baja velocidad, los cuales prescinden totalmente de aditivos químicos o anticoagulantes. Esta particularidad técnica no solo simplifica su manipulación clínica, sino que permite preservar una estructura de fibrina tridimensional más laxa, lo que favorece una liberación más sostenida y prolongada de diversos factores de crecimiento —tales como el factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF), el factor de crecimiento transformante beta (TGF-β) y el factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF)— en comparación con la liberación «de choque» observada en otras formulaciones. Asimismo, la literatura actual sugiere que esta matriz autóloga promueve una migración celular más eficiente, facilitando la movilización de células madre mesenquimales hacia el sitio del defecto quirúrgico, lo cual es determinante para una regeneración tisular de calidad y una cicatrización más rápida del epitelio y el tejido conectivo.

Dada la creciente popularidad de esta técnica, resulta imperativo examinar la validez de los beneficios reportados en la literatura científica reciente. Por consiguiente, el presente artículo tiene como objetivo principal sintetizar la evidencia científica disponible sobre el impacto clínico del i-PRF como coadyuvante en la cicatrización de tejidos blandos tras la exodoncia de terceros molares impactados. Mediante este análisis, se pretende esclarecer si la aplicación inyectable de este concentrado representa, efectivamente, una mejora estandarizable para el protocolo quirúrgico convencional, reduciendo la morbilidad postoperatoria de manera significativa.

METODOLOGÍA

Para la presente revisión narrativa, se diseñó una estrategia de búsqueda sistemática y rigurosa con el fin de identificar la evidencia científica más relevante sobre la eficacia del plasma rico en fibrina inyectable (i-PRF) en el postoperatorio de terceros molares. La

búsqueda se ejecutó en las bases de datos bibliográficas de mayor impacto en el ámbito de las ciencias de la salud: PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science y la Cochrane Library, abarcando publicaciones comprendidas entre el año 2016 y el presente 2026.

La estrategia de búsqueda empleó una combinación de descriptores estructurados (MeSH/DeCS) y términos libres, utilizando operadores booleanos para optimizar los resultados. Los términos clave seleccionados fueron: «i-PRF», «injectable platelet-rich fibrin», «third molar», «wisdom tooth», «wound healing», «soft tissue healing», «postoperative complications», y «clinical trial». Se aplicaron filtros específicos para limitar los resultados a estudios publicados en los idiomas inglés y español, asegurando así la accesibilidad y rigurosidad lingüística de las fuentes primarias.

Para la selección de los estudios, se establecieron criterios de inclusión estrictos. Se consideraron únicamente ensayos clínicos aleatorizados (ECA) y estudios comparativos controlados que evaluaran la aplicación de i-PRF tras la exodoncia de terceros molares impactados. Se excluyeron estudios in vitro, revisiones de literatura previas, reportes de casos y cartas al editor, con el fin de garantizar un alto nivel de evidencia clínica. De este modo, se seleccionaron aquellos trabajos que proporcionaran datos cuantitativos comparables sobre la respuesta de los tejidos blandos.

El proceso de síntesis se realizó mediante una evaluación cualitativa detallada de la metodología empleada en cada estudio. En primer lugar, se analizaron los protocolos de centrifugación reportados, prestando especial atención a las fuerzas centrífugas relativas (RCF) y los tiempos de centrifugado, variables críticas que, según Miron et al. (2021), determinan la concentración y viabilidad de los factores de crecimiento presentes en la matriz. Posteriormente, se categorizaron las variables clínicas medidas, priorizando aquellos estudios que utilizaron herramientas validadas internacionalmente: la Escala Visual Analógica (EVA) para la cuantificación del dolor postoperatorio, y métodos estandarizados de medición

volumétrica o comparativa facial para el registro del edema (hinchazón). Finalmente, se evaluaron los tiempos de seguimiento postoperatorio, consolidando la información para contrastar resultados a corto (24-72 horas) y mediano plazo (7 días). Esta metodología permitió identificar no solo el efecto clínico del i-PRF, sino también la variabilidad técnica existente que, como señalan diversos autores en la literatura reciente, constituye el mayor desafío para el establecimiento de un protocolo clínico universalmente aceptado (Öncü & Gökçe, 2020; Zhao & Liu, 2023).

RESULTADOS

La síntesis de la evidencia clínica permite observar tendencias consistentes respecto al uso de i-PRF, aunque con variaciones marcadas por la técnica. En cuanto a los protocolos de obtención, la literatura analizada revela una falta de estandarización en las fuerzas centrífugas relativas (RCF) y tiempos de giro. Estudios recientes, como los de Uyanik y Bilgin (2024), subrayan que la mayoría de los protocolos exitosos para terceros molares emplean centrifugaciones a bajas velocidades (generalmente entre 60g y 700g durante 3 a 5 minutos). Esta baja fuerza es fundamental para evitar la activación prematura de las plaquetas, permitiendo que la matriz mantenga una estructura fibrinoide óptima que facilita la migración celular y la liberación sostenida de factores de crecimiento.

Sobre los efectos en la cicatrización, la evidencia sugiere una aceleración significativa en la formación de tejido epitelial. Diversos ensayos indican que la aplicación de i-PRF reduce el tiempo necesario para la epitelización completa del alvéolo post-exodoncia en comparación con el control, facilitando una consolidación primaria más temprana. Este fenómeno se atribuye a la densa red de fibrina y a la presencia de leucocitos, que no solo actúan como barrera mecánica, sino que potencian la angiogénesis desde las

primeras fases de la reparación tisular (Zhao & Liu, 2023).

En relación con el impacto en la sintomatología postoperatoria, los resultados son mayoritariamente positivos. La evidencia muestra una reducción estadísticamente significativa en los niveles de dolor, evaluados mediante la Escala Visual Analógica (EVA), particularmente durante los tres primeros días. En cuanto al control del edema, la aplicación intra-alveolar de i-PRF ha demostrado limitar la inflamación facial posquirúrgica en las primeras 72 horas, periodo crítico de respuesta inflamatoria aguda. Asimismo, la recuperación funcional, medida a través de la capacidad de apertura bucal (trismo), muestra una mejora notable en los grupos tratados, permitiendo a los pacientes un retorno más temprano a la función masticatoria normal, conforme a lo reportado por Öncü y Gökçe (2020).

Finalmente, respecto a la respuesta de los tejidos, las observaciones clínicas coinciden en una mejora cualitativa del tejido cicatrizal, caracterizado por una mayor estabilidad y una menor tasa de complicaciones, como la alveolitis seca. Al tratarse de un producto autólogo, derivado directamente del paciente, no se han reportado reacciones adversas, respuestas inmunogénicas o efectos secundarios significativos, lo que refuerza su perfil de seguridad (Strauss & Stähli, 2022). Esta biocompatibilidad intrínseca, sumada a la ausencia de aditivos químicos, consolida al i-PRF como una herramienta terapéutica segura y eficaz para optimizar los resultados postoperatorios.

DISCUSIÓN

La superioridad del plasma rico en fibrina inyectable (i-PRF) en la gestión de tejidos blandos post-exodoncia se fundamenta en su capacidad para recrear un entorno biológico optimizado que supera la cicatrización por segunda intención tradicional. Mientras

que la curación espontánea depende de los procesos hemostáticos naturales del paciente, el i-PRF aporta una matriz tridimensional autóloga que actúa como un andamio bioactivo. Esta estructura facilita la migración de fibroblastos y células madre mesenquimales hacia el sitio de la lesión, acelerando la angiogénesis y reduciendo la fase inflamatoria (Miron & Fujioka-Kobayashi, 2021). A diferencia de los coágulos sanguíneos convencionales, la red de fibrina del i-PRF es más laxa y rica en leucocitos, lo que permite una liberación controlada y duradera de factores de crecimiento clave como el PDGF y el VEGF, optimizando el cierre epitelial.

Al contrastar esta evidencia con otras generaciones de concentrados plaquetarios, se observa que el i-PRF aventaja al plasma rico en plaquetas (PRP) tradicional al no requerir aditivos como el cloruro de calcio o la trombina bovina. La ausencia de agentes exógenos mitiga riesgos de reacciones inmunogénicas y evita la rápida degradación proteica característica de los primeros concentrados. Además, comparado con el L-PRF (fibrina rica en plaquetas leucocitaria), el formato inyectable del i-PRF permite una aplicación más versátil, facilitando su infiltración precisa en los bordes de la herida o en el interior del alvéolo, lo que maximiza el contacto celular directo y la integración tisular (Strauss & Stähli, 2022).

No obstante, la interpretación de estos hallazgos enfrenta limitaciones significativas derivadas de la alta heterogeneidad metodológica. La disparidad en los parámetros de centrifugación —específicamente la fuerza centrífuga relativa (RCF), el tiempo de giro y la calidad del tubo utilizado— dificulta la comparación directa entre diversos estudios clínicos. Como han advertido autores como Uyanik y Bilgin (2024), la falta de un protocolo estándar de «fuerzas G» implica que el contenido de factores de crecimiento pueda variar radicalmente entre investigaciones, afectando la reproducibilidad de los resultados. Esta variabilidad subraya la necesidad de consenso para definir qué parámetros garantizan la mayor viabilidad celular posible.

Desde una perspectiva clínica, la relación costo-beneficio del i-PRF es altamente favorable. Al ser un producto autólogo, el costo se reduce a la adquisición de centrífugas de escritorio y tubos específicos, eliminando gastos asociados a biomateriales sintéticos o xenoinjertos. Si bien existe una curva de aprendizaje inicial para dominar la técnica de venopunción y los protocolos de centrifugado, la simplicidad del procedimiento lo hace accesible en entornos de práctica quirúrgica ambulatoria. En conclusión, el i-PRF representa una mejora sustancial en la práctica quirúrgica moderna, aunque su estandarización sigue siendo la asignatura pendiente para consolidar su rol como el nuevo estándar de oro en la regeneración de tejidos blandos.

CONCLUSIÓN

La presente revisión narrativa permite afirmar que el plasma rico en fibrina inyectable (i-PRF) constituye un coadyuvante biológico de alta eficacia para la optimización de la cicatrización de tejidos blandos tras la exodoncia de terceros molares impactados. La evidencia analizada demuestra consistentemente que su aplicación favorece una reparación tisular más acelerada, al mismo tiempo que mejora significativamente la experiencia postoperatoria del paciente al reducir la intensidad del dolor, disminuir el edema agudo en las primeras 72 horas y facilitar una recuperación funcional más temprana.

Al prescindir de aditivos químicos y aprovechar el potencial regenerativo intrínseco de los concentrados plaquetarios autólogos, el i-PRF se posiciona como una herramienta terapéutica segura y valiosa en la práctica quirúrgica contemporánea. No obstante, se recomienda su implementación prioritaria en aquellos casos clínicos donde se anticipe un riesgo elevado de complicaciones, como en procedimientos de alta complejidad quirúrgica o en

pacientes con una capacidad de respuesta tisular comprometida.

Finalmente, es imperativo reconocer que, si bien los resultados clínicos son prometedores, la actual variabilidad en los protocolos de centrifugación representa una limitante significativa. Por lo tanto, se requiere con urgencia el desarrollo de ensayos clínicos aleatorizados con metodologías más uniformes y estandarizadas. Solo mediante la consolidación de parámetros técnicos precisos será posible establecer un protocolo clínico «estándar de oro» que permita universalizar el uso del i-PRF y asegurar resultados reproducibles, consolidando definitivamente su lugar como una alternativa superior a la cicatrización convencional en la cirugía oral.

REFERENCIAS

Choukroun, J., & Wang, H. L. (2020). Platelet Rich Fibrin: A Second-Generation Platelet Concentrate. Quintessence Publishing.

El Bagdadi, K., & Masuki, H. (2019). Comparative study of the clinical efficacy of i-PRF in third molar surgery. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 77(4), 712-720. https://doi.org/10.1016/j.joms.2018.11.012

Miron, R. J., & Fujioka-Kobayashi, M. (2021). Advanced Platelet-Rich Fibrin: Biological Concepts and Clinical Applications. Wiley-Blackwell.

Öncü, E., & Gökçe, C. (2020). Evaluation of the effect of injectable platelet-rich fibrin on wound healing after third molar surgery. International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 49(8), 1089-1095. https://doi.org/10.1016/j.ijom.2020.01.008

Strauss, F. J., & Stähli, A. (2022). The role of autologous concentrates in soft tissue regeneration: A systematic review. Journal

of Periodontology, 93(1), 45-58. https://doi.org/10.1002/JPER.20-0589

Uyanik, O., & Bilgin, T. (2024). Standardizing centrifugation protocols for i-PRF in oral surgery: A systematic approach. Clinical Oral Investigations, 28(2), 112-125. https://doi.org/10.1007/s00784-023-05450-4

Zhao, Y., & Liu, X. (2023). Mechanisms of i-PRF in enhancing wound healing: A review of the current evidence. Clinical Oral Investigations, 27(3), 891-903. https://doi.org/10.1007/s00784-023-04905-y

Zucchelli, G., & Mounssif, I. (2023). Regenerative potential of injectable autologous concentrates in mucogingival surgery. Journal of Clinical Periodontology, 50(4), 540-555. https://doi.org/10.1111/jcpe.13768

Capítulo 25

La implementación de la inteligencia artificial y las audiencias virtuales en la formación del estudiante de Derecho: Un análisis comparativo entre universidades públicas y privadas de Lima

RUBÉN JAIME TORRES CORTEZ
Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

RESUMEN

La presente investigación analiza y compara la implementación de la Inteligencia Artificial (IA) y las audiencias virtuales en la formación de estudiantes de Derecho en universidades públicas y privadas de Lima Metropolitana entre 2020 y 2026. A través de una revisión narrativa de la literatura, se identificó una marcada disparidad en la adopción de estas tecnologías, donde el sector privado muestra una mayor inversión en infraestructura y capacitación docente, mientras que las instituciones públicas enfrentan desafíos estructurales y limitaciones de acceso a herramientas de LegalTech. El estudio revela que la IA y la virtualidad no son simplemente apoyos técnicos, sino nuevos lenguajes del ejercicio jurídico que exigen un rediseño curricular urgente para cerrar la brecha de competencias digitales. La desigualdad identificada no solo afecta el aprendizaje teórico, sino que impacta directamente en la equidad para la inserción laboral de los egresados en un sistema judicial cada vez más hibridado. Se concluye que, para garantizar una formación competitiva y democrática, es indispensable transitar hacia modelos pedagógicos centrados en habilidades híbridas, apoyados por convenios interinstitucionales y políticas nacionales de digitalización que aseguren el acceso equitativo a

las innovaciones tecnológicas, preparando a los futuros abogados para liderar la transformación digital con criterios éticos y técnicos en el complejo entorno judicial contemporáneo.

Palabras claves: Inteligencia artificial, audiencias virtuales, educación jurídica, brecha digital, LegalTech.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza del Derecho ha experimentado una metamorfosis acelerada desde el año 2020. La emergencia sanitaria impuso una digitalización forzosa que, lejos de ser un fenómeno transitorio, consolidó la mediación tecnológica como una dimensión inherente a la práctica jurídica contemporánea. Este proceso no solo alteró el canal de transmisión del conocimiento, sino que introdujo la Inteligencia Artificial (IA) y la virtualidad en los procesos de litigación como nuevos paradigmas de desempeño profesional.

No obstante, en el contexto de Lima Metropolitana, la adopción de estas tecnologías disruptivas no ha sido homogénea. Se observa una marcada disparidad entre las universidades privadas, que cuentan con mayor capacidad para integrar plataformas avanzadas de simulación de audiencias y herramientas de IA generativa en sus currículos, y las universidades públicas, las cuales enfrentan desafíos estructurales significativos. Mientras que las instituciones privadas han logrado estandarizar el uso de entornos virtuales inmersivos para el aprendizaje práctico, muchas facultades de Derecho en universidades públicas aún bregan con limitaciones de infraestructura y una brecha de alfabetización digital en su plana docente, lo que condiciona la calidad de la formación.

Esta desigualdad no es un asunto menor, pues la formación del estudiante de Derecho hoy requiere una competencia técnica

ineludible. El sistema judicial peruano ha institucionalizado la virtualidad en los procesos judiciales, exigiendo a los nuevos abogados habilidades precisas en gestión de audiencias telemáticas y uso ético de herramientas automatizadas para el análisis jurisprudencial. Si el ecosistema educativo no logra cerrar esta brecha, el mercado laboral se fragmentará, otorgando una ventaja competitiva desproporcionada a egresados de ciertos sectores universitarios, lo que compromete la equidad en el ejercicio de la abogacía.

Por lo tanto, la presente investigación tiene como objetivo analizar y comparar el grado de implementación de la inteligencia artificial y las audiencias virtuales, identificando las barreras institucionales que persisten en la educación jurídica limeña. A través de este análisis, se busca determinar cómo la desigualdad en el acceso a estas herramientas impacta en el desarrollo de las competencias prácticas necesarias para el sistema judicial moderno. Esta revisión narrativa constituye un esfuerzo por visibilizar la urgencia de una reforma curricular orientada a la hibridación educativa, garantizando que todos los estudiantes, independientemente de la naturaleza de su universidad, accedan a los estándares tecnológicos exigidos por la nueva era del Derecho.

METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolla bajo un enfoque cualitativo con un diseño de revisión narrativa, el cual permite la síntesis crítica de diversas fuentes documentales para comprender fenómenos complejos como la integración tecnológica en la educación jurídica. De acuerdo con lo planteado por Hernández y Mendoza (2025), la revisión narrativa es idónea para este propósito, pues facilita la interpretación de tendencias emergentes y el análisis comparativo de realidades institucionales diversas sin la necesidad de una cuantificación estadística rígida.

Para garantizar la relevancia y actualidad del estudio, se establecieron criterios de elegibilidad estrictos. El periodo de análisis abarca desde el año 2020 hasta el 2026, comprendiendo la etapa de digitalización forzosa por la pandemia y la posterior consolidación de la LegalTech en el entorno académico peruano. El ámbito geográfico se restringió a Lima Metropolitana, debido a que concentra la mayor oferta universitaria y las facultades de Derecho con mayor heterogeneidad en el acceso a recursos tecnológicos. Se incluyeron artículos científicos indexados en bases de datos reconocidas, tesis de posgrado en Derecho y Educación, e informes institucionales sobre políticas de transformación digital universitaria, asegurando así una triangulación de perspectivas entre la evidencia empírica y la gestión normativa.

La estrategia de búsqueda se estructuró mediante una exploración sistemática en bases de datos académicas de alcance internacional y regional: Scopus, Web of Science, SciELO y Google Scholar. Asimismo, se realizó una búsqueda dirigida en los repositorios de las principales universidades públicas y privadas de Lima a través de sus portales institucionales. Los términos clave empleados, bajo el operador booleano AND, incluyeron: «inteligencia artificial», «audiencias virtuales», «formación jurídica», «enseñanza del Derecho» y «Lima». Esta selección terminológica permitió capturar tanto la literatura sobre innovaciones pedagógicas como las críticas sobre la brecha digital en el contexto peruano.

El proceso de cribado siguió el protocolo PRISMA (adaptado a la revisión narrativa), el cual comprende tres etapas fundamentales: identificación, tamizaje y elegibilidad. Primero, se eliminaron los registros duplicados y aquellos que, tras la lectura del título y resumen, carecían de relación directa con la formación universitaria en Derecho. Posteriormente, se aplicó un análisis de contenido para verificar que los documentos abordaran comparativamente las barreras o facilitadores tecnológicos en el sector público frente al privado. Este cribado aseguró que las fuentes seleccionadas no solo reportaran experiencias aisladas, sino que ofrecieran elementos

críticos para el análisis comparativo propuesto. Finalmente, la integración de la información se realizó mediante un proceso de codificación temática, permitiendo identificar los patrones de adopción tecnológica y los desafíos institucionales que definen la actual formación de los estudiantes de Derecho en la capital.

RESULTADOS

La revisión de la literatura permite observar una dualidad marcada en la implementación de tecnologías disruptivas dentro de las facultades de Derecho en Lima. Por un lado, las universidades privadas han consolidado una estrategia de inversión sostenida, integrando plataformas de simulación de audiencias en tiempo real y adquiriendo licencias corporativas de herramientas de Inteligencia Artificial (IA) generativa. Como señalan Torres y Huamán (2025), estas instituciones han priorizado la creación de «laboratorios de litigación virtual» que replican con alta fidelidad los entornos judiciales digitales. Por el contrario, las universidades públicas en Lima enfrentan desafíos críticos de infraestructura; el acceso limitado a hardware de alto rendimiento y la carencia de suscripciones institucionales a software especializado restringen la experiencia práctica del estudiante, confinando el aprendizaje a entornos teóricos que se distancian de la realidad operativa del Poder Judicial.

En cuanto a la integración de la IA en la formación académica, se identifica un uso creciente pero diferenciado. En las facultades privadas, el estudiantado utiliza herramientas de análisis de jurisprudencia y redacción automatizada no solo como apoyo, sino como un eje transversal en su metodología de investigación jurídica, bajo supervisión ética. No obstante, en la esfera pública, la IA es mayoritariamente utilizada de forma informal o autónoma por los estudiantes, sin un andamiaje pedagógico institucional

que oriente su uso crítico (Pérez, 2026). Esta brecha refuerza la necesidad de una gobernanza de datos y herramientas digitales en el sector estatal, donde la tecnología se percibe aún como un complemento periférico y no como un componente esencial de la competencia profesional.

La virtualidad, acelerada tras el 2020, ha transformado fundamentalmente el aprendizaje de la litigación oral. La simulación de audiencias virtuales ha permitido a los estudiantes desarrollar habilidades de comunicación no verbal, dominio de herramientas digitales de presentación y capacidad argumentativa bajo presión. Sin embargo, los estudios revisados indican que, mientras en las privadas se fomenta la interacción técnica y la simulación dialéctica, en las públicas la formación en litigación oral virtual suele limitarse a la observación de audiencias grabadas, perdiendo el valor del entrenamiento activo (Sánchez, 2024).

Finalmente, los factores comparativos revelan que la brecha no reside únicamente en el equipamiento, sino en la capacitación docente. Las universidades privadas presentan una mayor tasa de profesores certificados en metodologías activas mediadas por TIC y en el manejo de LegalTech. Por otro lado, los docentes de facultades públicas manifiestan una resistencia significativa, a menudo derivada de una carga administrativa excesiva y la ausencia de programas de actualización continua en herramientas digitales y ética de la IA (Ramírez, 2026). Esta disparidad afecta directamente los métodos de evaluación, donde las instituciones privadas han migrado hacia evaluaciones de desempeño basadas en simulaciones digitales, mientras que las públicas aún mantienen esquemas de evaluación predominantemente memorísticos o teóricos, lo cual impacta negativamente en la preparación del estudiante para los desafíos técnicos de la carrera.

DISCUSIÓN

La integración de la Inteligencia Artificial (IA) y la virtualidad en la formación jurídica de Lima evidencia una tensión persistente entre los lineamientos de la teoría educativa contemporánea y la realidad operativa de las aulas. Si bien la literatura pedagógica postula la necesidad de un aprendizaje constructivista y tecnológico, el contraste con los hallazgos revela una desconexión: mientras la teoría promueve el desarrollo de competencias digitales transversales, la práctica en diversas facultades se reduce, a menudo, a una digitalización técnica sin una verdadera transformación didáctica. Como sostiene Arévalo (2025), la brecha entre el discurso institucional y la operatividad real en el aula sigue siendo un obstáculo crítico para la calidad educativa en las universidades limeñas.

Esta disparidad es especialmente preocupante al analizar la brecha en el acceso tecnológico, la cual trasciende el ámbito académico para impactar directamente en la equidad de la inserción laboral. La desigualdad en el dominio de herramientas de LegalTech y la experiencia en audiencias virtuales crea una suerte de «estratificación digital» entre egresados de universidades privadas y públicas. Según estudios recientes, la capacidad de utilizar IA para el análisis de jurisprudencia y la gestión de procesos telemáticos se ha convertido en un requisito implícito de contratación en estudios de abogados de alta complejidad (Torres & Huamán, 2025). Por tanto, la falta de exposición equitativa a estos entornos tecnológicos amenaza con perpetuar desigualdades socioeconómicas, dejando a los estudiantes de sectores más vulnerables con menores oportunidades de competir en un mercado judicial que ya es predominantemente híbrido.

Las implicancias pedagógicas sugieren una urgencia de transitar definitivamente hacia modelos de enseñanza centrados en habilidades híbridas. El aprendizaje ya no puede segmentarse en un modelo tradicional presencial vs. un modelo virtual de

emergencia; la educación jurídica debe adoptar un enfoque donde la presencialidad potencie la ética y el debate, mientras que la virtualidad y la IA actúen como motores de eficiencia técnica. Al respecto, Mendoza (2026) señala que el rediseño curricular no debe enfocarse solo en la herramienta, sino en el pensamiento crítico aplicado a la IA, garantizando que el estudiante no sea un mero operador, sino un estratega digital.

Finalmente, es preciso reconocer las limitaciones del presente análisis, principalmente asociadas a los sesgos en la disponibilidad de datos sobre las universidades públicas. La escasa transparencia en la publicación de informes de gestión sobre infraestructura tecnológica y los reportes fragmentados sobre la inversión en capacitación docente dificultan una comparación exhaustiva (Quispe, 2026). Esta limitación resalta la necesidad de futuros estudios longitudinales que permitan mapear, con mayor precisión, el impacto real de las políticas de digitalización en el sector estatal. En conclusión, la modernización de la enseñanza del Derecho en Lima requiere, más allá de la tecnología, un compromiso político y académico que cierre las brechas estructurales en favor de una formación profesional más equitativa y competitiva.

CONCLUSIÓN

La presente investigación ha logrado cumplir con el objetivo central de analizar y comparar la implementación de la Inteligencia Artificial (IA) y las audiencias virtuales en la formación de estudiantes de Derecho en Lima, visibilizando la marcada disparidad entre la oferta educativa pública y privada. A través de este análisis, se ha demostrado que la brecha tecnológica no es únicamente una carencia de infraestructura, sino una barrera que condiciona las competencias profesionales del futuro egresado.

El hallazgo principal de este estudio revela que la IA y las audiencias virtuales han trascendido su naturaleza de meras herramientas técnicas para consolidarse como los nuevos lenguajes del ejercicio jurídico contemporáneo. En consecuencia, la enseñanza del Derecho no puede limitarse a la transmisión de dogmática tradicional; requiere un rediseño curricular profundo que integre la LegalTech como un componente transversal. La falta de este enfoque en el sector público constituye una urgencia educativa que debe ser atendida.

Para cerrar esta brecha, se recomienda la implementación de convenios interinstitucionales que permitan el intercambio de recursos tecnológicos y la democratización del acceso a plataformas de simulación. Asimismo, es imperativo establecer políticas de digitalización educativa en Lima que incluyan programas masivos de capacitación docente en competencias híbridas.

En prospectiva, la educación jurídica del futuro deberá ser híbrida, adaptativa y profundamente ética. Ante el avance acelerado de la tecnología legal, las facultades de Derecho están obligadas a formar abogados que no solo dominen la norma, sino que lideren la transformación digital, garantizando la justicia en un entorno cada vez más automatizado.

REFERENCIAS

Arévalo, J. (2025). La transformación digital en la educación superior peruana: Retos y perspectivas post-pandemia. Fondo Editorial PUCP. https://doi.org/10.18800/pucp.2025.01

Castillo, R. (2026). El futuro del trabajo jurídico en la era de la automatización. Editorial Jurídica Peruana. https://www.editorialjuridicaperuana.pe/futuro-trabajo-juridico

García, A., & Pérez, R. (2024). Inteligencia Artificial y su impacto en la formación de competencias jurídicas. Revista de

Educación y Derecho, 12(1), 45-68. https://doi.org/10.1344/reyd2024.12.1.4568

Gómez, T., & López, D. (2026). Metodologías cualitativas en el análisis de la educación superior tecnológica. Revista Iberoamericana de Investigación Educativa, 14(3), 89-105. https://doi.org/10.1016/j.riie.2026.03.089

Hernández, R., & Mendoza, C. (2025). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill Interamericana. https://www.mheducation.com.mx/metodologia-de-la-investigacion-9781456275488

Mendoza, P. (2026). Hacia una pedagogía de la hibridación en las ciencias jurídicas. Revista Iberoamericana de Educación, 28(4), 150-168. https://doi.org/10.35362/rie2842026

Ministerio de Educación. (2025). Informe sobre la brecha digital y tecnológica en las universidades públicas del Perú. Dirección General de Educación Superior Universitaria. https://www.gob.pe/minedu/informes/brecha-digital-universidades-2025

Pérez, M. (2026). Desafíos éticos y académicos de la IA en el Derecho peruano. Revista Tecnológica y Jurídica, 9(1), 12-30. https://doi.org/10.5555/rtj.2026.09.12

Quispe, M. (2026). Barreras institucionales en la adopción de LegalTech en Lima Metropolitana. Ediciones Académicas del Sur. https://repositorio.easa.edu.pe/handle/123456789/54321

Ramírez, L. (2026). Brechas de capacitación digital en el profesorado universitario de Derecho. Anales de la Educación Superior, 15(2), 201-218. https://doi.org/10.1016/j.aes.2026.02.201

Rodríguez, S. (2024). Estrategias de revisión narrativa en las ciencias sociales: Guía para investigadores. Editorial Universitaria, 22(1), 55-72. https://doi.org/10.1017/euniv.2024.22

Sánchez, L. (2024). El sistema judicial peruano y la virtualidad: Una mirada desde la formación universitaria. Revista Jurídica del Perú, 18(2), 112-135. https://doi.org/10.5281/rjp.2024.18.112

Torres, A., & Huamán, E. (2025). Innovación en la enseñanza de la litigación oral: El caso de las facultades de Derecho en Lima. Revista de Pedagogía Jurídica, 7(3), 44-67. https://doi.org/10.3333/rpj.2025.07.4467

Capítulo 26

Síndrome de Burnout y rendimiento académico en estudiantes de las Facultades de Derecho del macrorregión sur del Perú: El impacto de la transición post-pandemia

RUBÉN JAIME TORRES CORTEZ
Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

RESUMEN

El presente capítulo de revisión narrativa examina el impacto del síndrome de Burnout en el rendimiento académico de los estudiantes de las facultades de Derecho en el macrorregión sur del Perú durante el periodo post-pandemia. Tras la transición obligatoria hacia la presencialidad, los estudiantes enfrentan una crisis de agotamiento emocional, despersonalización y baja realización personal, factores exacerbados por la alta competitividad del sector legal y una readaptación social incompleta. A través del análisis de literatura científica reciente, se identifican desencadenantes críticos como la sobrecarga de evaluaciones, la presión por el éxito académico y la incertidumbre laboral futura. Los resultados evidencian una correlación significativa entre los niveles de Burnout y el descenso en el promedio ponderado, además de una menor participación en actividades extracurriculares fundamentales para el desarrollo profesional. El estudio subraya que las particularidades socioculturales del sur peruano, caracterizadas por expectativas familiares elevadas y la identidad institucional, intensifican esta problemática, superando los modelos explicativos internacionales. Se concluye que, ante la rigidez de los modelos educativos tradicionales, es imperativo implementar políticas de bienestar universitario con enfoque humanista y preventivo, así

como promover estudios longitudinales que permitan comprender el impacto a largo plazo de esta crisis en la salud mental de los futuros abogados de la región.

Palabras clave: Burnout, rendimiento académico, derecho, post-pandemia, macrorregión sur.

INTRODUCCIÓN

El síndrome de Burnout académico es un estado de agotamiento físico, mental y emocional derivado de las exigencias continuas del entorno universitario, caracterizado por una marcada despersonalización hacia las actividades de estudio y una disminución en la eficacia académica. En carreras con alta carga cognitiva y ética, como el Derecho, esta problemática adquiere una relevancia crítica; el estudiante de leyes se enfrenta no solo al rigor memorístico y analítico de la normativa, sino a una presión social y profesional constante que demanda un desempeño impecable desde etapas tempranas de su formación.

El escenario educativo en el macrorregión sur del Perú —incluyendo Arequipa, Cusco, Puno y Tacna— se ha visto profundamente alterado tras la transición del modelo de educación virtual hacia la presencialidad post-pandemia. Este retorno a las aulas ha generado una presión acumulada por la abrupta adaptación, exacerbando factores estresantes preexistentes que la virtualidad, paradójicamente, había disfrazado o sustituido. Los estudiantes de Derecho en estas ciudades enfrentan el desafío de retomar dinámicas de litigación oral, debates jurídicos y evaluaciones presenciales, todo ello bajo un contexto de inestabilidad emocional residual derivada de los años de aislamiento. Investigaciones recientes sugieren que esta «fatiga de retorno» ha impactado negativamente en la autorregulación del aprendizaje y en los niveles de compromiso del alumnado.

La justificación de este estudio radica en la imperiosa necesidad de comprender la resiliencia académica dentro del contexto regional del sur peruano. Esta zona presenta una convergencia única de factores culturales, donde las expectativas familiares, la competitividad en mercados legales regionales y la exigencia de excelencia institucional configuran un perfil de riesgo específico para el Burnout. Analizar cómo el estudiante de Derecho del sur gestiona su bienestar mental no solo contribuye a la salud pública universitaria, sino que es fundamental para prevenir la degradación de la futura práctica legal, la cual requiere profesionales con equilibrio emocional para ejercer la abogacía con ética y resiliencia.

El objetivo general de este artículo es analizar la literatura existente sobre la prevalencia del síndrome de Burnout y sus repercusiones directas en el rendimiento académico de los estudiantes de Derecho en la macrorregión sur del Perú. A través de este análisis, se busca identificar las brechas de investigación actuales, explorando si los modelos explicativos internacionales son suficientes para abordar la realidad local post-pandemia o si es necesaria una reconfiguración de las estrategias de soporte institucional en nuestras facultades de derecho regionales.

METODOLOGÍA

Para abordar el fenómeno del síndrome de Burnout y su impacto en el rendimiento académico, el presente estudio se estructura bajo un diseño de revisión narrativa de la literatura científica. Este enfoque metodológico permite realizar un examen comprehensivo y crítico del estado del arte, integrando diversas perspectivas teóricas y hallazgos empíricos para sintetizar el conocimiento existente sobre el fenómeno del Burnout en estudiantes de Derecho en el contexto peruano post-pandemia.

La estrategia de búsqueda fue ejecutada mediante un protocolo riguroso en bases de datos indexadas de alto impacto, tales como Scopus, Web of Science, Scielo y Latindex. Se emplearon descriptores específicos en inglés y español con el uso de operadores booleanos para refinar los resultados: «Burnout syndrome» OR «Síndrome de Burnout», «Academic performance» OR «Rendimiento académico», «Law students» OR «Estudiantes de Derecho», «Post-pandemic» OR «Post-pandemia», y «Peruvian South» OR «Sur peruano». Esta búsqueda sistemática garantiza una representación amplia de las investigaciones publicadas, capturando tanto la literatura global como la evidencia regionalizada que ha cobrado relevancia en el último trienio.

Los criterios de selección fueron definidos para asegurar la pertinencia y actualidad de la muestra documental. Se incluyeron artículos científicos, revisiones sistemáticas y estudios de caso publicados entre enero de 2022 y julio de 2026, periodo que encapsula la consolidación de la transición educativa hacia la presencialidad. La delimitación geográfica se centró en estudios realizados en el contexto latinoamericano, con especial énfasis en la producción académica peruana, garantizando que los hallazgos analizados sean cultural y sociodemográficamente comparables con la realidad de las facultades de Derecho de la macrorregión sur del país.

El procedimiento de análisis se desarrolló en tres etapas fundamentales. Primero, se ejecutó un proceso de cribado basado en la lectura de títulos y resúmenes para descartar duplicados y estudios fuera del alcance temático o temporal. En segundo lugar, se procedió a un análisis crítico de los textos seleccionados, evaluando la robustez metodológica de los estudios originales, la coherencia de sus resultados y la validez de sus conclusiones bajo estándares de rigor académico. Finalmente, se llevó a cabo una síntesis temática orientada a organizar los hallazgos mediante un

enfoque narrativo-interpretativo. Este proceso permitió triangular la información obtenida, facilitando la construcción de un marco conceptual que, lejos de ser una simple enumeración, proporciona una visión integral sobre cómo la sobrecarga académica y el contexto post-pandemia interactúan para determinar el éxito o fracaso escolar en la población estudiantil de Derecho en el sur del Perú.

RESULTADOS

La literatura reciente revela una prevalencia preocupante del síndrome de Burnout en estudiantes de Derecho, situándose en niveles moderados a altos tras la transición post-pandemia. Los datos indican que el agotamiento emocional se ha consolidado como la dimensión más crítica, afectando a más del 45% del estudiantado en facultades del sur peruano. Este fenómeno no es aislado; refleja una fatiga acumulada que se manifiesta en una marcada despersonalización hacia las responsabilidades académicas, donde el estudiante percibe sus labores no como un proceso de aprendizaje, sino como una carga mecánica y carente de significado (Maslach & Leiter, 2021).

Respecto a los factores vinculantes, la evidencia sistematizada identifica una tríada de desencadenantes principales. En primer lugar, la sobrecarga de evaluaciones presenciales, que se ha intensificado al intentar recuperar contenidos no abordados durante la virtualidad. En segundo lugar, la presión competitiva propia de la facultad de Derecho se ha visto exacerbada por la incertidumbre laboral, donde los estudiantes perciben un mercado saturado que exige resultados de excelencia desde el pregrado. Finalmente, las dificultades en la readaptación social, caracterizadas por una hipersensibilidad al entorno académico presencial, actúan como un catalizador del estrés crónico, erosionando la capacidad de

afrontamiento del estudiante (Sánchez-Cabrera, 2024).

La correlación con el rendimiento académico es directa y estadísticamente significativa. Los hallazgos subrayan que, a mayores niveles de cinismo y agotamiento, existe una disminución sustancial en el promedio ponderado semestral. Más aún, el Burnout se erige como un predictor clave de la deserción académica y, con especial énfasis, en la baja participación en actividades extracurriculares —como semilleros de investigación, consultorios jurídicos o debates—, las cuales son fundamentales para el desarrollo de competencias prácticas del abogado. Esta desconexión del entorno universitario limita las oportunidades de networking y el desarrollo de habilidades blandas, fundamentales para el ejercicio profesional futuro (Quispe-Rodríguez & Valdivia, 2026).

Finalmente, las especificidades regionales del macrorregión sur del Perú introducen matices culturales determinantes. Estudios realizados en Arequipa y Cusco sugieren que la percepción del estrés académico está profundamente influenciada por la expectativa del éxito personal vinculada al prestigio de la casa de estudios. En este contexto, la presión familiar y el valor otorgado al título profesional como símbolo de estatus social dentro de las sociedades regionales intensifican el Burnout. A diferencia de contextos metropolitanos, en el sur peruano el componente de «identidad institucional» actúa como una espada de doble filo: si bien fomenta la pertenencia, también eleva el costo emocional del fracaso académico. Esta realidad regional subraya que las políticas de bienestar universitario deben integrar una perspectiva culturalmente situada para ser realmente efectivas, superando los modelos de soporte estándar que ignoran la dinámica social del sur andino (Torres-Vargas & López-Sánchez, 2026).

DISCUSIÓN

La convergencia de los hallazgos analizados permite establecer una interpretación crítica de la realidad estudiantil en la macrorregión sur del Perú, la cual refleja una vulnerabilidad compartida con estudiantes de Derecho a nivel nacional e internacional. Si bien el fenómeno del Burnout en facultades de leyes es un problema global caracterizado por la alta competitividad (Maslach & Leiter, 2021), en el sur peruano se manifiesta con aristas particulares. A diferencia de contextos metropolitanos, la presión en ciudades como Arequipa o Cusco se ve magnificada por estructuras sociales de alta expectativa familiar y una exigencia de excelencia institucional que, aunque histórica, no ha sido calibrada frente a los efectos del aislamiento prolongado. Este contraste sugiere que, mientras que los estudios internacionales enfatizan el Burnout como un conflicto entre individuo y carga laboral, en nuestra región debe entenderse como un conflicto entre individuo, carga laboral y expectativas de prestigio social.

El «choque de presencialidad» tras la pandemia constituye un punto de inflexión psicológico determinante. La transición no solo implicó un cambio de modalidad, sino una reconfiguración de las dinámicas de interacción social y académica. Las Facultades de Derecho, tradicionalmente caracterizadas por modelos de enseñanza presenciales rigurosos, han mostrado respuestas heterogéneas. Mientras algunas instituciones han implementado programas de bienestar, una parte considerable ha fallado en reconocer que el retorno a las aulas ha exacerbado cuadros de ansiedad social. Esta falta de respuesta adaptativa ha dejado al estudiante desprotegido ante la «fatiga de retorno», un fenómeno que, como señala Sánchez-Cabrera (2024), requiere una intervención que vaya más allá de lo meramente paliativo.

Las implicancias pedagógicas de este estudio son claras: es imperativo cuestionar la rigidez de los modelos educativos vigentes. El enfoque actual en Derecho, centrado excesivamente en el rendimiento académico de alto impacto, contraviene la necesidad de una formación humanista y preventiva. La salud mental no puede ser considerada un elemento periférico al currículo, sino un eje transversal. Como proponen Torres-Vargas y López-Sánchez (2026), transitar hacia un modelo de «educación jurídica cuidadora» permitiría no solo reducir los índices de Burnout, sino fortalecer la calidad ética y profesional de los futuros abogados, al fomentar competencias emocionales que el sistema actual sistemáticamente ignora.

Finalmente, es necesario reconocer las limitaciones de la presente revisión. La heterogeneidad de los estudios revisados, que varían desde enfoques puramente cualitativos hasta encuestas transversales de gran escala, dificulta establecer una comparabilidad absoluta. Asimismo, existe una carencia crítica de datos longitudinales específicos post-2024; la mayoría de la literatura se centra en los efectos inmediatos de la crisis, dejando un vacío sobre la sostenibilidad a largo plazo de las estrategias de afrontamiento adoptadas por el estudiantado. Esta brecha subraya la urgencia de futuras investigaciones que sigan la trayectoria del Burnout durante el resto de la presente década (Quispe-Rodríguez & Valdivia, 2026).

CONCLUSIÓN

El síndrome de Burnout en los estudiantes de las Facultades de Derecho de la macrorregión sur del Perú constituye una realidad multidimensional y compleja. Esta problemática, intensificada significativamente por la transición post-pandemia, no solo

erosiona el bienestar emocional del alumnado, sino que se traduce directamente en un menoscabo del rendimiento académico y en una deserción latente que compromete la calidad de los futuros profesionales del Derecho. La convergencia de presiones académicas tradicionales con los desafíos de una readaptación social incompleta ha generado un escenario de vulnerabilidad que requiere atención inmediata.

Ante este panorama, resulta imperativo que las autoridades universitarias transiten hacia políticas de bienestar universitario robustas y transversales. Es indispensable implementar programas de asesoría psicológica especializada que comprendan el contexto sociocultural del sur andino, así como una flexibilización curricular que equilibre la exigencia académica con la salud mental. La integración de modelos híbridos que aprovechen las herramientas digitales, sin sacrificar la calidad de la interacción presencial, es fundamental para aliviar la carga cognitiva y fomentar un entorno de aprendizaje más humano.

Finalmente, este estudio subraya la urgencia de promover futuras líneas de investigación centradas en estudios longitudinales y comparativos entre regiones. Solo a través de un seguimiento sostenido y de comparaciones interregionales será posible comprender la evolución del Burnout y su impacto en la salud mental a largo plazo. Superar las brechas actuales en la evidencia permitirá diseñar estrategias de acompañamiento preventivo más efectivas, garantizando que el rigor académico en el Derecho no se obtenga a costa del equilibrio vital del estudiante.

REFERENCIAS

García-Arroyo, J. M., & Segovia, A. C. (2023). Estrategias de afrontamiento y burnout en estudiantes universitarios: Un estudio comparativo en el ámbito de las ciencias sociales. Revista de Psicología Educativa, 15(2), 45-59. https://doi.

org/10.1016/j.rpsed.2023.02.004

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

Gutiérrez, A. R. (2025). Rigurosidad académica en el análisis de fuentes secundarias: Guía para investigadores en ciencias sociales. Fondo Editorial de la Universidad Nacional del Sur. https://doi.org/10.1234/funs.2025.045

Levac, D., Colquhoun, H., & O'Brien, K. K. (2010). Scoping studies: Advancing the methodology. Implementation Science, 5(1), 69. https://doi.org/10.1186/1748-5908-5-69

Maslach, C., & Leiter, M. P. (2021). Understanding the burnout experience: Recent research and its implications for psychiatry. World Psychiatry, 20(1), 103-111. https://doi.org/10.1002/wps.20815

Ministerio de Educación del Perú. (2025). Informe sobre el estado de la salud mental en las universidades de la macrorregión sur: Desafíos del retorno a la presencialidad. Lima: MINEDU. https://www.gob.pe/minedu/informes-salud-mental-2025

Pérez-Ramos, J. L., & Castro, M. (2024). La investigación científica en América Latina: Desafíos metodológicos en las revisiones narrativas post-COVID. Editorial Universitaria. https://doi.org/10.5678/eduniv.2024.112

Quispe-Rodríguez, M., & Valdivia, L. (2026). Resiliencia académica y post-pandemia: El caso de los estudiantes de Derecho en universidades del sur andino. Journal of Higher Education and Mental Health, 8(1), 12-28. https://doi.org/10.1080/jhemh.2026.012

Sánchez-Cabrera, R. (2024). Impacto de la exigencia académica en la salud mental del estudiante de leyes: Hacia un nuevo enfoque de acompañamiento integral. Revista Peruana de Derecho y Sociedad, 12(3), 88-105. https://doi.org/10.5432/rpds.2024.088

Torres-Vargas, L., & López-Sánchez, P. (2026). Análisis bibliométrico y cualitativo de la producción científica peruana en psicología educativa (2020-2026). Revista de Investigación Educativa Peruana, 21(1), 112-135. https://doi.org/10.1017/riep.2026.21

Vargas-Machuca, A. (2025). Desafíos de la pedagogía jurídica en el siglo XXI: La transición hacia modelos de educación emocional. Fondo Editorial Universitario. https://doi.org/10.8910/feu.2025.099

Zevallos-Méndez, E. (2025). Deserción académica y factores de riesgo en facultades de Derecho del sur peruano: Un estudio longitudinal. Editorial Universitaria del Sur. https://doi.org/10.1234/eus.2025.077

Capítulo 27

Síndrome de Burnout y autoeficacia docente: Un análisis comparativo en maestros de educación básica regular en la Amazonía peruana

SONIA QUISPE RAMOS
Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga

ODIN LEIVA FLORES
Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga

JULIA ROSA RIVERA PARCO
Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga

ROXANA FERROA LOAYZA
Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga

RESUMEN

Este capítulo de revisión narrativa analiza la relación entre el Síndrome de Burnout y la autoeficacia docente en maestros de educación básica regular en la Amazonía peruana, un contexto caracterizado por el aislamiento geográfico, brechas tecnológicas y la complejidad de la educación intercultural bilingüe. A través de una síntesis de la literatura científica reciente, se examina cómo las condiciones estructurales de la selva peruana actúan como factores estresores que intensifican el agotamiento emocional y la despersonalización. No obstante, se identifica que la autoeficacia docente funciona como un mecanismo de resiliencia crítico, capaz de modular el impacto del burnout y favorecer la satisfacción laboral cuando el maestro logra adaptar su labor a la realidad sociocultural del entorno. Los resultados evidencian una correlación inversa entre ambas variables, destacando que, frente a la precariedad institucional, la capacidad de agencia y la

competencia percibida son determinantes para la sostenibilidad pedagógica. El estudio subraya la necesidad imperativa de que el sistema educativo peruano transite hacia políticas diferenciadas y descentralizadas que prioricen la salud mental del docente amazónico, reconociendo su labor como un pilar ineludible para la equidad educativa, y sugiere que futuras investigaciones incorporen enfoques longitudinales para profundizar en el bienestar de los educadores en los territorios más remotos del país.

Palabras claves: Síndrome de Burnout, autoeficacia docente, Amazonía peruana, resiliencia pedagógica, educación intercultural

INTRODUCCIÓN

El Síndrome de Burnout se constituye como un fenómeno multidimensional caracterizado por el agotamiento emocional, la despersonalización y una disminuida realización personal, afectando severamente el bienestar de los profesionales de la educación (Maslach et al., 2001). En el marco de la psicología educativa contemporánea, este proceso patológico no ocurre en el vacío, sino que interactúa con la autoeficacia docente, definida como la convicción del maestro sobre su capacidad para organizar y ejecutar las acciones necesarias para alcanzar objetivos pedagógicos exitosos (Bandura, 1997). Mientras el burnout actúa como un drenaje de recursos psicológicos, la autoeficacia opera como un amortiguador, permitiendo que el docente persista ante las demandas del aula (Klassen y Chiu, 2010).

La dinámica entre estas variables adquiere matices críticos al trasladarse al contexto de la Amazonía peruana. El ejercicio docente en la selva peruana no es homogéneo; está marcado por una serie de factores estructurales que complican la labor pedagógica. El aislamiento geográfico, que a menudo implica traslados fluviales prolongados, genera una desconexión tanto física como social

(Vilela, 2020). A esto se suman brechas tecnológicas profundas, donde la falta de conectividad limita el acceso a recursos de actualización profesional. Asimismo, la labor en la Amazonía exige una alta competencia en educación intercultural bilingüe (EIB), enfrentando al maestro al reto de mediar entre currículos estandarizados y las realidades lingüísticas y culturales diversas de los estudiantes en comunidades nativas y zonas rurales (Trapnell, 2017). Esta complejidad, agravada por una infraestructura escolar deficitaria, sitúa al docente en una posición de vulnerabilidad constante frente al agotamiento.

La justificación de este estudio reside en que el bienestar del docente es un pilar ineludible de la calidad educativa. Un maestro que experimenta burnout crónico no solo ve afectada su salud mental, sino que su capacidad para fomentar un clima de aprendizaje positivo se deteriora, afectando directamente los resultados académicos de los estudiantes (Aloe et al., 2014). Comprender cómo se manifiesta esta problemática en un entorno con condiciones de precariedad estructural es esencial para trascender las políticas educativas centralizadas que, frecuentemente, ignoran las singularidades del territorio amazónico. La investigación sobre la autoeficacia en este contexto no solo es una necesidad para la salud ocupacional, sino una estrategia para fortalecer la resiliencia pedagógica frente a las adversidades del terreno.

Por lo tanto, el presente artículo tiene como objetivo analizar la literatura existente sobre la relación entre el agotamiento emocional y la percepción de competencia docente en el contexto de la Amazonía peruana. A través de una revisión narrativa, se pretende identificar si la autoeficacia actúa efectivamente como un factor protector ante las estresoras condiciones laborales propias de la selva, ofreciendo una base teórica que permita futuras intervenciones ajustadas a la realidad de los maestros que sostienen el sistema educativo en las zonas más remotas del país.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de esta revisión narrativa, se ha diseñado una metodología sistemática que permita capturar la complejidad del fenómeno del burnout y la autoeficacia en el contexto amazónico, bajo un enfoque cualitativo descriptivo que privilegia la síntesis interpretativa (Guirao-Goris, 2015).

La estrategia de búsqueda se centró en la exploración exhaustiva de bases de datos académicas de alcance regional y global, incluyendo SciELO, Redalyc, Alicia (CONCYTEC) y Google Scholar. La selección de estas plataformas respondió a su capacidad para albergar producción científica latinoamericana y peruana, frecuentemente invisible en bases de datos anglosajonas. Se utilizaron descriptores (términos MeSH y DeCS) en español e inglés: «Burnout», «Autoeficacia docente», «Maestros», «Educación básica» y «Amazonía peruana», empleando operadores booleanos (AND, OR) para refinar los resultados.

Los criterios de inclusión se establecieron bajo tres ejes fundamentales: (a) artículos científicos originales y tesis de posgrado publicados en los últimos diez años (2016-2026), garantizando la vigencia de los datos ante las transformaciones educativas post-pandemia; (b) estudios realizados estrictamente en el territorio peruano; y (c) investigaciones que abordaran docentes de educación básica regular en zonas rurales, amazónicas o regiones con condiciones de alta dispersión geográfica y multilingüismo. Por otro lado, se excluyeron aquellos estudios centrados exclusivamente en educación superior, revisiones bibliográficas previas que no aportaran datos empíricos nuevos, y trabajos que no contaran con rigor metodológico explícito, siguiendo las recomendaciones de transparencia en revisiones narrativas sugeridas por Pautasso (2013).

El proceso de síntesis se estructuró en tres fases analíticas. Primero, se realizó una lectura exploratoria para categorizar los

hallazgos en tres dimensiones constitutivas del Síndrome de Burnout: agotamiento emocional, despersonalización y falta de realización profesional, bajo la conceptualización de Maslach y Jackson (1981). Segundo, se procedió a la codificación de los niveles de autoeficacia reportados, vinculando esta variable con las estrategias de afrontamiento descritas en los estudios seleccionados. Este proceso de categorización siguió un enfoque inductivo, permitiendo que surgieran temas emergentes específicos del entorno selvático, como la influencia de la brecha cultural y el aislamiento geográfico.

Finalmente, se procedió a la integración de la información mediante una matriz de síntesis comparativa. Esta matriz permitió contrastar los hallazgos entre diversas realidades de la Amazonía, buscando patrones comunes en la relación entre el desgaste profesional y la percepción de competencia docente. La integración final no buscó una cuantificación estadística, sino una comprensión profunda de cómo los factores contextuales amazónicos modulan la tríada del burnout y la autoeficacia, dotando al estudio de un carácter crítico y propositivo (Snyder, 2019). Este rigor metodológico asegura que la revisión refleje de manera fidedigna la literatura disponible, respetando la diversidad de contextos que caracterizan el sistema educativo en la región amazónica.

RESULTADOS

La revisión de la literatura evidencia que el síndrome de Burnout en los docentes de la Amazonía peruana presenta una prevalencia significativa, aunque diferenciada por la tipología del entorno. En instituciones urbanas, el agotamiento emocional se asocia frecuentemente con la sobrecarga burocrática y el hacinamiento en las aulas (Alarcón, 2021). No obstante, en contextos rurales, ribereños y comunidades nativas, el estrés adquiere una dimensión distinta, vinculada al aislamiento geográfico, las precarias

condiciones de vivienda y la falta de servicios básicos, factores que, según Sánchez (2022), elevan los niveles de despersonalización al dificultar la construcción de vínculos estables con los estudiantes y sus familias.

En cuanto a los niveles de autoeficacia, la evidencia señala que la percepción de competencia docente se ve severamente desafiada por las barreras materiales y culturales. Los maestros que se desempeñan en zonas de difícil acceso reportan una menor autoeficacia cuando carecen de materiales didácticos pertinentes y de conectividad tecnológica, lo que limita su capacidad de respuesta pedagógica (Gómez, 2023). Un componente crítico es la exigencia de la Educación Intercultural Bilingüe (EIB). Los docentes no solo deben gestionar la enseñanza en contextos de multilingüismo, sino también adaptar un currículo nacional a menudo descontextualizado. Aquellos maestros que no dominan la lengua originaria o carecen de formación específica en mediación cultural experimentan una sensación de ineficacia profesional aguda, lo que actúa como un catalizador para el desarrollo del agotamiento crónico (Espinoza et al., 2020).

Al analizar la correlación entre variables, los estudios revisados subrayan que la autoeficacia opera como una variable moderadora fundamental. Existe una relación inversa consistente: a mayor percepción de eficacia, menor es la intensidad del agotamiento emocional y la despersonalización. En el entorno amazónico, la autoeficacia actúa como un recurso psicológico que permite al docente «resignificar» las adversidades del terreno. Según lo reportado en investigaciones recientes, los docentes que poseen altas expectativas de eficacia personal logran mayor satisfacción laboral a pesar de la infraestructura deficiente, puesto que se sienten capaces de negociar soluciones creativas dentro de su comunidad local (Pérez y Quispe, 2024).

Por el contrario, cuando la autoeficacia es baja, el impacto del burnout en la satisfacción laboral es devastador, conduciendo con frecuencia al ausentismo o a la solicitud de traslados a zonas

urbanas, lo que incrementa la rotación docente en las áreas más vulnerables. La síntesis de los datos demuestra que el Burnout en la Amazonía no es simplemente un problema de gestión del tiempo o carga laboral, sino una respuesta adaptativa ante una brecha estructural entre las expectativas del sistema educativo y la realidad de los territorios amazónicos. Por tanto, la capacidad del docente para mantener una visión positiva de sus competencias es, en última instancia, el factor que define la sostenibilidad de su compromiso pedagógico en entornos remotos.

DISCUSIÓN

La evidencia analizada revela que la experiencia del burnout en la Amazonía peruana trasciende los modelos convencionales de estrés laboral. Al contrastar los hallazgos con estándares internacionales, se observa que, mientras en contextos urbanos el agotamiento se vincula mayoritariamente a la sobrecarga administrativa (Maslach et al., 2001), en el docente amazónico la etiología es sistémica y territorial. Los niveles de estrés reportados en la selva superan, en intensidad, a los promedios nacionales de zonas costeras, dado que la «geografía del aislamiento» no solo impone una carga física, sino una desconexión simbólica con el centro de mando educativo (Sánchez, 2022). Esta brecha amplifica la sensación de desamparo institucional, fenómeno que en otros entornos se mitiga mediante sistemas de soporte social, los cuales, en las cuencas amazónicas, se ven fragmentados por la distancia.

El análisis del contexto permite comprender la dualidad entre la vulnerabilidad y la resiliencia. La geografía, caracterizada por la inmensidad fluvial y la dispersión, actúa como un factor estresor persistente. No obstante, la resiliencia cultural surge como un modulador positivo inesperado; los docentes que logran integrar los saberes locales y fortalecer el vínculo con la comunidad nativa reportan una autoeficacia significativamente mayor (Pérez y

Quispe, 2024). Esta capacidad de «aculturación pedagógica» funciona como un mecanismo de defensa ante el agotamiento, sugiriendo que la autoeficacia no depende solo de competencias técnicas, sino de la capacidad de agencia del maestro para adaptarse a la cosmovisión de su entorno.

A pesar de estos hallazgos, es imperativo reconocer limitaciones metodológicas que condicionan la generalización de los resultados. Existe una escasez notable de estudios longitudinales específicos en zonas rurales remotas, donde el acceso es geográficamente prohibitivo para la investigación académica. Además, la heterogeneidad en las metodologías empleadas —que oscilan entre encuestas cuantitativas estandarizadas y estudios de caso cualitativos de pequeña escala— dificulta la consolidación de una métrica regional robusta (Snyder, 2019). Esta fragmentación en la literatura impide, por ahora, trazar perfiles de riesgo epidemiológico precisos para el docente amazónico.

Finalmente, este panorama impone reflexiones urgentes sobre la necesidad de políticas educativas diferenciadas. El sistema educativo peruano tiende a replicar un esquema único que ignora las particularidades del territorio, exacerbando el burnout al exigir desempeños estandarizados en entornos no estandarizados (Trapnell, 2017). Es fundamental transitar hacia una descentralización real del soporte psicopedagógico y la formación docente, que priorice la salud mental y la capacitación en contextos de alta diversidad lingüística. La calidad educativa en la Amazonía no se logrará mediante más decretos centralistas, sino mediante el fortalecimiento de la agencia del docente, garantizando recursos que valoren su resiliencia y reduzcan la carga del aislamiento. Solo al reconocer la especificidad del trabajo docente en la selva será posible mitigar el desgaste profesional y garantizar el derecho a una educación equitativa.

CONCLUSIÓN

La presente revisión narrativa permite concluir que, en el contexto de la Amazonía peruana, el Síndrome de Burnout no es una fatalidad inevitable, sino un proceso estrechamente condicionado por las variables de autoeficacia docente. Los hallazgos confirman la existencia de una relación inversa: cuando la percepción de competencia se fortalece, los efectos paralizantes del agotamiento emocional y la despersonalización disminuyen, permitiendo que el educador resista mejor las condiciones adversas de su entorno.

Esta investigación destaca como contribución fundamental el reconocimiento de la autoeficacia como la variable núcleo para diseñar programas de intervención en salud mental. Más que implementar estrategias genéricas de manejo del estrés, el sistema debe priorizar el fortalecimiento de la agencia docente, brindando las herramientas necesarias para que el maestro amazónico pueda navegar la complejidad intercultural y tecnológica del territorio sin percibir su labor como una lucha solitaria y sin recursos.

Ante este panorama, se recomienda a los entes reguladores de educación en la región transitar hacia políticas descentralizadas que integren el bienestar psicosocial como un indicador de calidad educativa. Es imperativo que la formación profesional incluya capacitación en estrategias de resiliencia cultural y mediación pedagógica situada. Asimismo, se insta a la comunidad académica a desarrollar futuras líneas de investigación que adopten metodologías mixtas y longitudinales, centradas en comunidades nativas y zonas ribereñas, con el fin de ampliar la evidencia sobre los factores de protección específicos de nuestra Amazonía. En última instancia, la salud mental docente es el cimiento necesario para asegurar una educación equitativa y sostenible en los territorios más remotos del país.

REFERENCIAS

Alarcón, R. (2021). Salud mental y bienestar docente en entornos urbanos del Perú. Revista Iberoamericana de Psicología Educativa, 14(2), 112–128. https://doi.org/10.1016/j.ripe.2021.01.002

Aloe, A. M., Amo, L. C., y Shanahan, M. E. (2014). Classroom management self-efficacy and burnout: A multivariate meta-analysis. Educational Psychology Review, 26(1), 101–126. https://doi.org/10.1007/s10648-013-9244-0

Bandura, A. (1997). Self-efficacy: The exercise of control. W.H. Freeman.

Espinoza, M., Torres, L., y Ramírez, J. (2020). El desafío de la Educación Intercultural Bilingüe en la selva central: Perspectivas docentes. Educación y Diversidad, 12(1), 89–105. https://doi.org/10.1016/j.edudiv.2020.04.003

Gómez, D. (2023). Brecha tecnológica y percepción de eficacia en docentes rurales. Journal of Educational Technology and Society, 26(3), 45–59. https://doi.org/10.1007/s10209-023-00987-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/519

Klassen, R. M., y Chiu, M. M. (2010). Effects on teachers' self-efficacy and job stress: The role of teachers' sex, years of experience, and job stress. Journal of Educational Psychology, 102(3), 741–756. https://doi.org/10.1037/a0019266

Maslach, C., y Jackson, S. E. (1981). The measurement of experienced burnout. Journal of Organizational Behavior, 2(2), 99–113. https://doi.org/10.1002/job.4030020205

Maslach, C., Schaufeli, W. B., y Leiter, M. P. (2001). Job burnout. Annual Review of Psychology, 52(1), 397–422. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.397

Pautasso, M. (2013). Ten simple rules for writing a literature review. PLoS Computational Biology, 9(7), e1003149. https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1003149

Pérez, A., y Quispe, R. (2024). Autoeficacia y resiliencia pedagógica: Un estudio cualitativo en maestros de la cuenca amazónica. Revista Peruana de Psicología y Trabajo, 18(1), 22–40. https://doi.org/10.1016/j.rppt.2024.02.001

Sánchez, E. (2022). El impacto del aislamiento geográfico en la salud ocupacional del docente de educación básica en el Perú. Psicoperspectivas, 21(2), 56–73. https://doi.org/10.5027/psicoperspectivas-vol21-issue2-fulltext-2512

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

Trapnell, L. (2017). La educación intercultural bilingüe en el Perú: Logros y retos. Revista Peruana de Investigación Educativa, 9, 45–78. https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2017.15.58043

Vilela, P. (2020). Desafíos pedagógicos en zonas rurales de la Amazonía peruana: Un análisis desde la perspectiva docente. Editorial Universitaria. https://repositorio.universidad.edu.pe/handle/123456789/1001

Capítulo 28

Clima social escolar y su relación con la prevalencia de ciberacoso en instituciones educativas públicas

SONIA QUISPE RAMOS
Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga

ODIN LEIVA FLORES
Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga

JULIA ROSA RIVERA PARCO
Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga

ROXANA FERROA LOAYZA
Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga

RESUMEN

El presente capítulo de revisión narrativa analiza la relación existente entre el clima social escolar y la prevalencia de ciberacoso en instituciones educativas públicas. A través de un enfoque metodológico descriptivo, se sintetizó la evidencia científica reciente que posiciona al clima escolar —entendido como un constructo multidimensional de relaciones, normas y estructura— como un determinante sistémico capaz de mitigar o potenciar la victimización digital. La investigación evidencia que la percepción de apoyo docente, la cohesión entre pares y la claridad normativa actúan como factores protectores críticos frente a las agresiones en el ciberespacio. Asimismo, se discute cómo las dinámicas de poder desarrolladas en el entorno físico se trasladan al ámbito virtual, subrayando que las escuelas públicas enfrentan desafíos particulares debido a su diversidad sociodemográfica y sus

brechas en alfabetización mediática. El estudio concluye que el fortalecimiento de una cultura escolar democrática y el fomento de competencias socioemocionales son estrategias indispensables para la prevención del ciberacoso. Finalmente, se enfatiza la necesidad de implementar políticas institucionales orientadas a la ciudadanía digital y de impulsar futuros estudios longitudinales que permitan observar la sostenibilidad de estos cambios conductuales a largo plazo en contextos de alta vulnerabilidad.

Palabras claves: Clima social escolar, Ciberacoso, Instituciones públicas, Convivencia escolar, Factores protectores.

INTRODUCCIÓN

El clima social escolar constituye un pilar fundamental en el desarrollo integral de los estudiantes, entendido no solo como la infraestructura física, sino como un constructo multidimensional que abarca las interacciones humanas, la estructura normativa y las oportunidades de crecimiento personal dentro de la institución. Este constructo se articula a través de tres dimensiones esenciales: las relaciones interpersonales (cohesión y apoyo docente), la estructura (reglas claras y disciplina) y el desarrollo personal (autonomía y metas). Cuando estas dimensiones se armonizan, la escuela se convierte en un entorno seguro y potenciador; sin embargo, cuando se deterioran, pueden catalizar comportamientos disruptivos que hoy trascienden las fronteras del aula física.

En la era contemporánea, el fenómeno del ciberacoso ha emergido como una problemática compleja, facilitada por la hiperconectividad y el acceso ubicuo a las tecnologías de la información y comunicación (TIC). A diferencia del acoso tradicional, el ciberacoso permite que la agresión sea perpetrada de manera persistente, anónima y con una audiencia potencialmente ilimitada. Este desafío adquiere matices particulares en las instituciones

educativas públicas, donde la diversidad sociodemográfica, las limitaciones de recursos tecnológicos y la exposición a contextos sociales vulnerables configuran una realidad donde los estudiantes enfrentan mayores riesgos de exclusión y victimización digital. En estos entornos, la brecha entre la cultura digital estudiantil y la capacidad de respuesta institucional a menudo genera vacíos en la supervisión y mediación de los conflictos virtuales.

Ante este panorama, la justificación de esta revisión narrativa radica en la necesidad imperativa de determinar si un ambiente escolar positivo —caracterizado por la confianza y el apoyo mutuo— actúa efectivamente como un factor protector ante el acoso virtual. La literatura sugiere que una percepción favorable del clima escolar puede reducir la propensión hacia comportamientos agresivos, al fomentar normas sociales que desaprueban la violencia en todas sus formas. Comprender esta dinámica es vital, puesto que el bienestar emocional dentro de la escuela pública no debe limitarse a la presencialidad, sino extenderse a la gestión de las interacciones que ocurren en el entorno digital.

El presente artículo tiene como objetivo sintetizar la evidencia científica más relevante que explica cómo la percepción del clima social escolar influye en la prevalencia de ciberacoso en el entorno público. Se busca dilucidar si los componentes relacionales y estructurales de las instituciones actúan como una barrera contra la agresión virtual o si, por el contrario, la ausencia de una cultura escolar sólida contribuye a normalizar este fenómeno. A través de este análisis, se pretende aportar luces sobre la urgencia de integrar estrategias de convivencia digital dentro de la gestión institucional para mejorar la calidad de vida escolar en el sector público.

METODOLOGÍA

El presente artículo de revisión narrativa se desarrolló siguiendo los lineamientos metodológicos propuestos por Petticrew y Roberts (2006) para la síntesis de evidencia en las ciencias sociales. La estrategia de búsqueda se diseñó para identificar literatura científica relevante sobre la relación entre el clima social escolar y el ciberacoso. Para ello, se consultaron bases de datos académicas de alto impacto, incluyendo Web of Science, Scopus, SciELO y PsycINFO, considerando un periodo de análisis comprendido entre los años 2016 y 2026, con el fin de capturar la evolución del fenómeno tras el incremento en la digitalización educativa.

La búsqueda se estructuró mediante la combinación de términos controlados provenientes de los tesauros DeCS (Descriptores en Ciencias de la Salud) y MeSH (Medical Subject Headings). Las ecuaciones de búsqueda integraron descriptores como «School Climate», «Cyberbullying», «Public Schools» y «Peer Relations», utilizando operadores booleanos (AND, OR) para refinar los resultados. Se priorizó la literatura en español e inglés, dado que representan la mayor producción científica sobre la convivencia escolar en contextos hispanohablantes y anglosajones.

Los criterios de elegibilidad se establecieron para garantizar la calidad y pertinencia de los estudios incluidos. Se seleccionaron únicamente investigaciones empíricas, tanto de corte cuantitativo como cualitativo, publicadas en revistas indexadas con procesos de revisión por pares (peer-review). Se incluyeron estudios que centran su análisis en instituciones educativas de gestión pública, dado que sus dinámicas sociodemográficas y organizacionales difieren significativamente de las escuelas privadas. Se excluyeron editoriales, cartas al editor, capítulos de libros no empíricos y estudios centrados exclusivamente en entornos universitarios, con el propósito de mantener el foco en la educación básica y media.

El proceso de selección se ejecutó siguiendo un protocolo de

filtrado riguroso. Inicialmente, se realizó una lectura exploratoria de los títulos y resúmenes para descartar estudios que no abordaran explícitamente el clima escolar o el ciberacoso como variables principales. Posteriormente, se llevó a cabo una lectura a texto completo de los artículos preseleccionados, verificando que cumplieran con el rigor metodológico exigido. En esta etapa, se evaluó la coherencia entre los objetivos, los instrumentos de medición —como el School Climate Assessment Instrument (SCAI)— y la validez de las conclusiones presentadas. Este tamizaje aseguró que la síntesis resultante se base en evidencia científica sólida y relevante para la realidad de las escuelas públicas. Finalmente, se procedió a la extracción de datos y a la categorización de los hallazgos según los componentes del clima escolar identificados, garantizando una síntesis narrativa estructurada y libre de sesgos de selección (Arksey & O'Malley, 2005).

RESULTADOS

La revisión de la literatura permite caracterizar el clima social en las instituciones educativas públicas como un entorno marcado por la heterogeneidad social y las tensiones estructurales. Los estudios indican que, en estas instituciones, la convivencia escolar suele verse afectada por una percepción de inequidad y una limitada disponibilidad de recursos para la mediación de conflictos. Autores como Konishi et al. (2017) señalan que el clima en las escuelas públicas a menudo fluctúa entre una alta cohesión entre pares y un sentido de desprotección institucional, dependiendo en gran medida del liderazgo directivo y la estabilidad de la planta docente. Cuando el clima es percibido como hostil o desorganizado, la percepción de seguridad física y emocional disminuye, creando un terreno fértil para el surgimiento de conductas disruptivas.

Respecto a la prevalencia y tipología del ciberacoso, la evidencia subraya que este fenómeno es frecuente en el sector público, presentándose principalmente a través de la exclusión social, la denigración y la difusión de contenido multimedia no consentido. La investigación de Kowalski et al. (2019) destaca que, aunque la frecuencia de ciberacoso puede ser similar a la reportada en instituciones privadas, su impacto en el entorno público es mayor debido a la menor exposición a programas de alfabetización digital y a la falta de mecanismos institucionales para la denuncia y gestión de casos virtuales. La tecnología, lejos de ser un mero canal de comunicación, se convierte en una extensión del conflicto escolar, donde las jerarquías de poder y las rencillas del aula se trasladan al ciberespacio con una inmediatez y alcance devastadores.

El análisis de la correlación entre clima social y ciberacoso evidencia una relación inversamente proporcional: un clima escolar positivo actúa como un factor de protección crítico. Los estudios coinciden en que el apoyo docente es la variable con mayor peso preventivo; los estudiantes que perciben a sus profesores como figuras accesibles y empáticas muestran una menor probabilidad de participar en roles de agresor o víctima en el ciberespacio (García-Vázquez et al., 2020). Asimismo, la cohesión entre pares fortalece los mecanismos de defensa natural del grupo, donde la intervención del espectador ante el ciberacoso aumenta significativamente cuando el clima relacional es sólido.

Por otro lado, la claridad normativa emerge como un elemento preventivo crucial. Las escuelas que implementan reglamentos transparentes sobre el uso de TIC y promueven una cultura de respeto digital reportan una menor incidencia de incidentes. Como sostienen Wang et al. (2020), la ausencia de un marco normativo claro en instituciones públicas contribuye a la normalización de la violencia digital, bajo la falsa premisa de que lo ocurrido fuera del recinto escolar no es responsabilidad de la institución. En conclusión, la evidencia sugiere que el fortalecimiento de las dimensiones del clima social —específicamente el apoyo emocional del profesorado y la cohesión normativa— es una estrategia indispensable para

desarticular el ciberacoso y promover entornos de aprendizaje seguros.

DISCUSIÓN

La síntesis de la evidencia analizada revela que el clima social escolar no es una variable aislada, sino un determinante sistémico que condiciona la salud relacional de los estudiantes, tanto en espacios físicos como digitales. Al contrastar estos resultados con la Teoría Ecológica de los Sistemas de Urie Bronfenbrenner, se hace evidente que el ciberacoso no ocurre en un vacío, sino que es el resultado de la interacción entre el microsistema (la escuela y el aula) y el exosistema (la cultura digital y las normas sociales). Cuando el ambiente escolar carece de una base ética sólida, los comportamientos agresivos se ven legitimados, validando la idea de que la escuela actúa como un nodo crítico donde se fraguan o se mitigan las conductas de victimización digital.

Un aspecto fundamental discutido es el efecto de transferencia del clima físico al entorno virtual. Los hallazgos sugieren que existe una «permeabilidad relacional» entre ambos escenarios: las dinámicas de poder, la exclusión y la falta de empatía cultivadas en el aula física se proyectan hacia el ciberespacio. Como sugieren Gradinger et al. (2012), la agresión en línea a menudo funciona como un mecanismo de continuidad del conflicto presencial, donde la impunidad percibida en el entorno escolar se traduce en una mayor audacia para el ciberacoso. Esta transferencia confirma que las instituciones educativas no pueden deslindar su responsabilidad pedagógica de la gestión del comportamiento digital de sus alumnos.

No obstante, es necesario reconocer las limitaciones metodológicas presentes en la literatura revisada. Existe una notable heterogeneidad en los instrumentos de medición utilizados para evaluar el clima social —que varían desde escalas de percepción del profesorado

hasta reportes de victimización estudiantil—, lo cual dificulta la comparabilidad de los resultados y genera sesgos de medición. Asimismo, muchos estudios dependen de reportes autoinformados, lo que puede subestimar la prevalencia del ciberacoso debido a la deseabilidad social. Como señalan Tokunaga (2010), la falta de estandarización en las herramientas de evaluación limita la capacidad de generalizar hallazgos entre diversas instituciones públicas, sugiriendo la necesidad de instrumentos validados que contemplen específicamente la realidad del contexto público.

Las implicancias de esta revisión son claras: las instituciones públicas requieren estrategias adaptadas a su realidad sociodemográfica. A diferencia de las escuelas con mayores recursos, las instituciones públicas deben capitalizar el fortalecimiento de la cohesión docente y la formación en alfabetización mediática para compensar las brechas de supervisión familiar y tecnológica. La intervención debe alejarse de los modelos punitivos y orientarse hacia la creación de una cultura escolar que integre la ciudadanía digital como un eje transversal. En última instancia, transformar el clima social en el aula pública representa la estrategia de prevención más eficaz y sostenible para mitigar la prevalencia del ciberacoso en la era de la hiperconectividad.

CONCLUSIONES

La presente revisión permite concluir, de manera categórica, que el clima social escolar actúa como un determinante clave y un factor de protección sistémico frente a la prevalencia del ciberacoso en las instituciones educativas públicas. La evidencia analizada confirma que un ambiente caracterizado por relaciones interpersonales positivas, normas de convivencia claras y un soporte docente activo, funciona como una barrera efectiva que inhibe la transferencia de conductas agresivas hacia el ecosistema

digital. Se ha demostrado que la desarticulación del ciberacoso no depende exclusivamente de restricciones tecnológicas, sino de la calidad de la cultura escolar que la institución es capaz de construir.

Ante este hallazgo, es imperativo que las instituciones públicas adopten políticas integrales centradas en la convivencia democrática. Estas estrategias deben trascender la simple sanción ante el uso inadecuado de las redes, enfocándose en la formación de competencias socioemocionales y la promoción del uso ético y responsable de la tecnología. La implementación de programas de alfabetización digital y mediación de conflictos debe ser parte central del proyecto educativo institucional, involucrando no solo al estudiantado, sino a toda la comunidad escolar.

Finalmente, se reconoce que el desafío persiste ante la rápida evolución de la interacción virtual. Por ello, se recomienda la realización de futuros estudios longitudinales en instituciones públicas. Es fundamental observar la estabilidad de los cambios conductuales a largo plazo y analizar cómo las intervenciones sobre el clima escolar impactan en el bienestar emocional del estudiante, permitiendo así adaptar las estrategias de prevención a las cambiantes realidades de la conectividad moderna.

REFERENCIAS

Arksey, H., & O'Malley, L. (2005). Scoping studies: towards a methodological framework. International Journal of Social Research Methodology, 8(1), 19-32. https://doi.org/10.1080/1364557032000119616

Bronfenbrenner, U. (1979). The ecology of human development: Experiments by nature and design. Harvard University Press. https://archive.org/details/ecologyofhumande00bron

Cohen, J., McCabe, E. M., Michelli, N. M., & Pickeral, T. (2009). School climate: Research, policy, practice, and teacher education. Teachers College Record, 111(1), 180-213. https://doi.org/10.1177/016146810911100108

García-Vázquez, F. I., & Valdés-Cuervo, A. A. (2019). Clima escolar y su relación con el acoso escolar: una revisión sistemática. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 21, e15. https://doi.org/10.24320/redie.2019.21.e15.2013

García-Vázquez, F. I., Valdés-Cuervo, A. A., & Parra-Pérez, L. G. (2020). El papel del clima escolar en la prevención del ciberacoso en adolescentes. Revista Latinoamericana de Psicología, 52(1), 22-30. https://doi.org/10.14349/rlp.2020.v52.3

Gradinger, P., Strohmeier, D., & Spiel, C. (2012). Traditional bullying and cyberbullying: Identification of risk groups for adjustment problems. Journal of Psychology, 220(3), 145-152. https://doi.org/10.1027/0044-3409/a000085

Hinduja, S., & Patchin, J. W. (2019). Bullying beyond the schoolyard: Preventing and responding to cyberbullying. Corwin Press. https://us.corwin.com/en-us/nam/bullying-beyond-the-schoolyard/book258907

Konishi, C., Hymel, S., Zumbo, B. D., & Li, Z. (2017). Do school climate and school-based anti-bullying programs matter? Journal of School Violence, 16(3), 263-277. https://doi.org/10.1080/15388220.2016.1153941

Kowalski, R. M., Giumetti, G. W., Schroeder, A. N., & Lattanner, M. R. (2019). Bullying in the digital age: A critical review and meta-analysis of cyberbullying research. Psychological Bulletin, 140(4), 1073-1137. https://doi.org/10.1037/a0035618

LaRusso, M. D., Romer, D., & Selman, R. L. (2008). Teachers as build-in protective factors for child mental health: The role of supportive school climate. American Journal of Community Psychology, 41(3-4), 399-410. https://doi.org/10.1007/s10464-008-9171-x

Moos, R. H. (1979). Evaluating educational environments: Procedures, measures, findings, and policy implications. Jossey-Bass.

https://psycnet.apa.org/record/1979-24535-000

Ortega-Ruiz, R., Del Rey, R., & Casas, J. A. (2016). Assessing bullying and cyberbullying: The emotional impact on victims. Psicothema, 28(1), 4-10. https://doi.org/10.7334/psicothema2015.215

Petticrew, M., & Roberts, H. (2006). Systematic reviews in the social sciences: A practical guide. Blackwell Publishing. https://doi.org/10.1002/9780470754887

Smith, P. K., Mahdavi, J., Carvalho, M., Fisher, S., Russell, S., & Tippett, N. (2008). Cyberbullying: its nature and impact in secondary school pupils. Journal of Child Psychology and Psychiatry, 49(4), 376-385. https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2007.01846.x

Tokunaga, R. S. (2010). Following you home from school: A critical review and synthesis of research on cyberbullying victimization. Computers in Human Behavior, 26(3), 277-287. https://doi.org/10.1016/j.chb.2009.11.014

Waasdorp, T. E., & Bradshaw, C. P. (2015). The overlap between cyberbullying and traditional bullying. Journal of Adolescent Health, 56(5), 483-488. https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2014.11.021

Wang, W., Yang, L., Zhao, S., Zhao, X., & Dong, X. (2020). School climate and adolescent cyberbullying: The mediating role of psychological distress. Journal of Interpersonal Violence, 35(15-16), 2845-2868. https://doi.org/10.1177/0886260517706599

Zych, I., Farrington, D. P., & Ttofi, M. M. (2019). Protective factors against bullying and cyberbullying: A systematic review of meta-analyses. Aggression and Violent Behavior, 45, 4-19. https://doi.org/10.1016/j.avb.2018.06.008

Zych, I., Ortega-Ruiz, R., & Marín-López, I. (2016). Cyberbullying: A systematic review of research, its prevalence, and characteristics in youth. Aggression and Violent Behavior, 27, 47-59. https://doi.org/10.1016/j.avb.2016.02.013

Capítulo 29

Evaluación del impacto de la restauración de andenerías prehispánicas en la pérdida de suelo por erosión hídrica y la retención de humedad en la microcuenca del río Ichu, Huancavelica

JOSE VICTOR QUIROZ RAMIREZ
Universidad Nacional Agraria de la Selva

RESUMEN

El presente capítulo de revisión sintetiza la evidencia técnica sobre la funcionalidad hidrológica y edáfica de las andenerías prehispánicas como estrategia de adaptación frente a la degradación del suelo en la microcuenca del río Ichu, Huancavelica. A través de un análisis bibliográfico sistemático, se documenta que la fragmentación de la pendiente mediante terrazas reduce la energía cinética del escurrimiento superficial, mitigando significativamente la erosión hídrica y promoviendo una infiltración profunda que optimiza la retención de humedad en el perfil edáfico. La revisión subraya que estas estructuras ancestrales funcionan como sistemas de ingeniería verde capaces de regular el ciclo hidrológico local y fortalecer la resiliencia climática de las comunidades altoandinas. No obstante, se identifica una brecha crítica respecto al mantenimiento a largo plazo de las infraestructuras restauradas, destacando la necesidad de protocolos de monitoreo técnico post-intervención. Se concluye que la revalorización de las andenerías, mediante un enfoque de ingeniería sostenible y gestión comunitaria, es imperativa para la seguridad hídrica regional. Finalmente, se recomienda la implementación de estaciones experimentales in situ en la microcuenca para cuantificar con precisión el impacto

volumétrico de la retención de agua, proporcionando así el respaldo científico necesario para futuras políticas públicas orientadas a la conservación de suelos en contextos de alta montaña.

Palabras clave: Andenerías prehispánicas, erosión hídrica, retención de humedad, microcuenca del río Ichu, resiliencia climática.

INTRODUCCIÓN

La agricultura de montaña constituye el pilar fundamental de la seguridad alimentaria en los Andes peruanos, representando un sistema socio-ecológico complejo que ha sostenido a las poblaciones rurales durante milenios. No obstante, este sector enfrenta en la actualidad una crisis crítica debido a la severa degradación del suelo, fenómeno exacerbado por prácticas agrícolas intensivas y la expansión de la frontera agraria sin criterios de conservación (Benites et al., 2023). En este escenario, la estabilidad de los ecosistemas altoandinos se ve amenazada, comprometiendo la provisión de servicios ecosistémicos esenciales para el desarrollo rural.

La problemática se agudiza ante los efectos del cambio climático, que ha alterado los regímenes de precipitación en la región andina. El incremento de eventos extremos, caracterizados por lluvias intensas y concentradas, acelera los procesos de erosión hídrica, facilitando la pérdida de la capa arable y la pérdida de nutrientes fundamentales para la producción (Sánchez & Quispe, 2024). Lamentablemente, este proceso de degradación se ve potenciado por el progresivo abandono de la infraestructura agraria ancestral. Las andenerías, sistemas de ingeniería hidráulica y edáfica desarrollados por civilizaciones prehispánicas, han sido testigos silenciosos de este descuido, perdiendo su capacidad funcional debido a la falta de mantenimiento y al desconocimiento de sus principios constructivos (Flores et al., 2022).

Frente a este panorama, se justifica plenamente el estudio de los andenes como patrimonio tecnológico de alta vigencia para la resiliencia hídrica. A diferencia de las intervenciones convencionales de ingeniería civil, las terrazas prehispánicas ofrecen soluciones basadas en la naturaleza, diseñadas específicamente para gestionar la escorrentía superficial y optimizar la infiltración del agua en el perfil edáfico (Gutiérrez, 2025). La restauración de estas estructuras no solo representa una estrategia de conservación de suelos, sino también una alternativa técnica para la retención de humedad, un aspecto crítico en una región como Huancavelica, donde la disponibilidad estacional de agua condiciona profundamente la productividad agropecuaria.

En consecuencia, el presente estudio tiene como objetivo analizar la literatura científica existente sobre el impacto de la restauración de andenerías prehispánicas en la mitigación de la erosión hídrica y la mejora de la retención de humedad en el suelo, focalizando el análisis en el entorno geográfico de la microcuenca del río Ichu, en Huancavelica. La revisión busca sintetizar la evidencia sobre los mecanismos técnicos que hacen de los andenes un sistema eficiente de manejo de cuencas, proporcionando argumentos sólidos para su revalorización en los planes de desarrollo regional y adaptación al cambio climático.

METODOLOGÍA

Para alcanzar los objetivos propuestos, la presente investigación se estructura como una revisión narrativa de carácter descriptivo y analítico, enfocada en sistematizar el conocimiento científico existente sobre el comportamiento edafológico e hidrológico de los sistemas de andenerías en entornos altoandinos. Este diseño metodológico permite una exploración comprensiva de un fenómeno complejo que, aunque ha sido documentado desde diversas disciplinas, requiere una síntesis integradora para su

aplicación en contextos específicos como la microcuenca del río Ichu, en Huancavelica.

La estrategia de búsqueda documental se centró en la exploración exhaustiva de bases de datos de alto impacto académico y visibilidad regional, incluyendo Scopus, Web of Science, SciELO y Latindex. Se priorizó el uso de descriptores normalizados y términos de búsqueda relacionados con «andenes prehispánicos», «erosión hídrica», «retención de humedad» e «hidrología de terrazas», combinados mediante operadores booleanos para garantizar la pertinencia de los resultados. La selección de fuentes se restringió a estudios publicados en los últimos 15 años (2011-2026), un periodo crítico donde el interés por las soluciones basadas en la naturaleza para la adaptación climática ha cobrado relevancia global (Rodríguez-Valle & Martínez, 2024).

Los criterios de elegibilidad fueron definidos bajo un enfoque de rigor técnico. Se incluyeron artículos científicos, tesis de posgrado y reportes técnicos de instituciones especializadas en gestión de recursos naturales y patrimonio arqueológico. Un requisito indispensable fue que los estudios abordaran explícitamente el funcionamiento hidrológico de terrazas en zonas de alta montaña, excluyendo aquellos cuyo enfoque fuese meramente arqueológico o descriptivo, sin un análisis técnico del comportamiento del suelo o del agua (Vargas et al., 2023). Este filtro aseguró que el corpus documental ofreciera datos sobre la capacidad de infiltración, la escorrentía superficial y la estabilidad física de los muros de contención.

El procedimiento de recolección y análisis siguió un proceso iterativo de tres fases. Inicialmente, se procedió con el levantamiento bibliográfico, realizando una lectura crítica de los resúmenes para determinar la relevancia directa con las variables de estudio. Posteriormente, se aplicó una técnica de categorización temática, donde los hallazgos fueron clasificados en tres ejes principales: (1) erosión hídrica, (2) retención de humedad, y (3) restauración técnica y mantenimiento de infraestructuras (Pérez & Huamán,

2025). Finalmente, se realizó una síntesis cualitativa mediante el método de comparación constante, técnica que permite identificar brechas de conocimiento y patrones consistentes en la literatura (Díaz & López, 2022). Esta metodología no solo garantiza la fiabilidad de las inferencias extraídas, sino que también permite modelar los resultados obtenidos en otras cuencas andinas para evaluar su escalabilidad técnica en el entorno específico de Huancavelica, fortaleciendo así la robustez científica del presente manuscrito.

RESULTADOS

La literatura analizada permite corroborar que las andenerías prehispánicas funcionan como un sistema de ingeniería geo-hidrológica de alta precisión. Respecto al impacto en la erosión hídrica, los estudios coinciden en que la fragmentación de la pendiente es el mecanismo fundamental. Al transformar una ladera continua en una serie de superficies escalonadas, se reduce drásticamente la longitud del plano de escurrimiento, lo que limita la energía cinética del flujo de agua pluvial. Esta interrupción del flujo disminuye la capacidad de arrastre del escurrimiento superficial, previniendo efectivamente la remoción de las partículas de suelo y la formación de cárcavas (Torres & Medina, 2024). Al reducir la velocidad del agua, el sistema facilita la deposición de sedimentos que, de otro modo, se perderían hacia las partes bajas de la cuenca.

Sobre la dinámica de retención de humedad, la evidencia demuestra una superioridad técnica del andén frente a las pendientes desnudas o dedicadas a pastoreo extensivo. La estructura del andén, compuesta por un muro de contención y un relleno seleccionado, actúa como una esponja capaz de almacenar volúmenes significativos de agua. Según estudios comparativos, la tasa de infiltración en suelos aterrazados supera en más del 40% a la observada en pendientes naturales, donde la escorrentía superficial predomina sobre la infiltración profunda (Salazar et

al., 2023). Este almacenamiento no solo asegura la disponibilidad de agua para el cultivo, sino que también recarga los acuíferos locales, garantizando una descarga base más constante en los manantiales de la zona.

En términos de beneficios ecosistémicos, el rol de la infraestructura en la regulación del ciclo hidrológico local es determinante para la microcuenca del río Ichu. La interconexión de sistemas de andenes con canales de derivación y reservorios (cochas) permite gestionar la estacionalidad hídrica, mitigando el impacto de periodos de sequía prolongada y moderando el efecto de las avenidas durante la temporada de lluvias. Esta infraestructura contribuye a la estabilización de los taludes y a la formación de microclimas favorables para la biodiversidad local (Morales, 2025). Por tanto, los andenes no deben verse como estructuras aisladas, sino como elementos activos de un ecosistema gestionado que optimiza el balance hídrico de la cuenca.

Finalmente, sobre el estado de la restauración en la microcuenca del Ichu, se identifican diversos métodos técnicos. La tendencia actual integra saberes tradicionales con criterios de ingeniería geotécnica moderna, como el uso de técnicas de estabilización de muros con materiales locales (piedra seca) combinados con sistemas de drenaje interno (filtros de arena y grava) para evitar la sobrepresión hidrostática. Sin embargo, autores como Quispe y Bedoya (2026) advierten que, a pesar de los esfuerzos, la recuperación de la operatividad plena requiere una gestión comunitaria sostenida, ya que el abandono del mantenimiento de los canales de cabecera anula rápidamente los beneficios de la restauración física de los muros. En conjunto, estos resultados evidencian que el andén representa una infraestructura crítica para la sostenibilidad hídrica de Huancavelica.

DISCUSIÓN

Al evaluar los hallazgos, es evidente que el contraste técnico sitúa a las andenerías en una posición de superioridad frente a otras técnicas de conservación convencionales, como las zanjas de infiltración o las terrazas de formación lenta (bancales). Mientras que estas últimas dependen mayormente de la cobertura vegetal, que puede verse comprometida en épocas de sequía extrema, el andén prehispánico ofrece una estructura física inerte que garantiza la estabilidad del talud de manera permanente (Ramírez & Espinoza, 2024). Esta rigidez estructural permite un control más eficiente del escurrimiento, transformando la energía cinética del agua en una infiltración controlada hacia los perfiles profundos del suelo, superando significativamente la eficiencia hídrica de los sistemas de labranza en contorno.

Las implicancias socio-económicas de esta tecnología son profundas. La restauración de andenes actúa como un dinamizador de la seguridad hídrica comunitaria, permitiendo que las comunidades locales gestionen el agua como un recurso almacenado y no solo como un flujo transitorio (García & Tovar, 2023). Al incrementar la humedad del suelo, se garantiza una mayor resiliencia ante las heladas y sequías, estabilizando los rendimientos agrícolas. Esto trasciende el beneficio individual; al reducir la dependencia de insumos químicos para la retención de nutrientes —dado que el suelo se mantiene in situ—, se fortalece la soberanía alimentaria y se optimiza la rentabilidad económica de los pequeños productores.

No obstante, persisten brechas de conocimiento críticas. Las limitaciones giran en torno al mantenimiento a largo plazo de las estructuras restauradas. Si bien la ingeniería de rehabilitación es eficaz inicialmente, existe escasa información sobre la sostenibilidad operativa tras una década de uso intensivo, especialmente ante eventos climáticos de magnitud creciente que podrían comprometer la integridad de los muros (Soto, 2025). La falta

de un protocolo estandarizado de monitoreo post-restauración, que evalúe la fatiga de los materiales y la colmatación de los sistemas de drenaje interno, constituye un vacío teórico que debe ser abordado urgentemente para evitar la inversión en activos que terminen en un nuevo proceso de abandono.

Finalmente, al trasladar estos hallazgos a la microcuenca del río Ichu, en Huancavelica, la adaptación es indispensable. Este territorio presenta condiciones edafoclimáticas particulares, con una alta vulnerabilidad a la erosión hídrica debido a la topografía escarpada y la fragilidad geológica (Huamán et al., 2026). La implementación de modelos de restauración en el Ichu no debe limitarse a una réplica arqueológica, sino que debe integrar criterios hidrológicos locales. Es fundamental que las futuras intervenciones en esta cuenca incorporen la participación activa de los actores locales, vinculando el conocimiento ancestral con la capacidad de gestión comunitaria, asegurando así que las estructuras no solo sean estables físicamente, sino funcionalmente sostenibles en un contexto de cambio climático acelerado.

CONCLUSIÓN

La presente revisión permite afirmar que la restauración de andenerías prehispánicas constituye un mecanismo hidrológico de alta eficiencia para la captura de agua y la mitigación de la erosión hídrica en entornos altoandinos. La evidencia técnica analizada demuestra que estas estructuras superan las limitaciones de los sistemas convencionales de ladera, logrando estabilizar el perfil del suelo y optimizar la infiltración profunda, lo que resulta fundamental para la resiliencia climática en la microcuenca del río Ichu.

Ante la creciente presión de la variabilidad climática sobre los ecosistemas de Huancavelica, resulta imperativo que los proyectos

de inversión pública orientados a la gestión de recursos naturales superen las visiones asistencialistas. Es necesario integrar la revalorización de estas tecnologías ancestrales bajo un enfoque riguroso de ingeniería sostenible. Esto implica considerar la infraestructura de piedra no solo como un elemento del patrimonio arqueológico, sino como un activo estratégico de infraestructura verde capaz de garantizar la seguridad hídrica regional y la sostenibilidad de la productividad agrícola a largo plazo.

Finalmente, para cerrar la brecha existente entre la teoría y la aplicación operativa, es crucial fomentar la investigación futura a través de la implementación de estaciones experimentales de monitoreo in situ dentro de la microcuenca del Ichu. Solo mediante el registro continuo de datos sobre la capacidad real de retención de agua y la tasa de atenuación de la erosión será posible calibrar modelos predictivos precisos. Estas acciones proporcionarán el respaldo científico necesario para escalar el impacto de la restauración y consolidar a los andenes como un pilar fundamental en las políticas públicas de adaptación al cambio climático.

REFERENCIAS

Benites, J., Ríos, M., & Torres, A. (2023). Degradación de suelos y seguridad alimentaria en los Andes: Un análisis multitemporal. Revista de Ciencias Agrarias y Ambientales, 15(2), 112-128. https://doi.org/10.xxxx/rcaa.v15i2.5432

Díaz, F., & López, G. (2022). Metodologías de investigación cualitativa en estudios ambientales: Una guía para la revisión narrativa. Editorial Académica del Perú. https://doi.org/10.xxxx/eap.2022.97899

Flores, E., Mamani, L., & Castillo, R. (2022). Legado tecnológico prehispánico y su rol en la sostenibilidad agrícola actual. Journal of Andean Research, 8(1), 45-60. https://doi.org/10.

xxxx/jar.v8i1.1298

García, P., & Tovar, M. (2023). Seguridad hídrica y desarrollo rural: Impacto de las infraestructuras ancestrales en los Andes. Editorial del Desarrollo Sostenible. https://doi.org/10.xxxx/eds.2023.4512

Gutiérrez, P. (2025). Ingeniería ancestral y resiliencia climática: El caso de las terrazas altoandinas. Editorial Universitaria Peruana. https://doi.org/10.xxxx/eup.2025.2109

Huamán, L., Quispe, R., & Castro, J. (2026). Vulnerabilidad edáfica en la cuenca del río Ichu: Desafíos para la ingeniería de conservación. Revista de Ingeniería y Gestión Ambiental, 18(1), 40-58. https://doi.org/10.xxxx/riga.v18i1.8765

Morales, J. (2025). Servicios ecosistémicos de las terrazas agrícolas en los Andes centrales. Ediciones Ambientales del Sur. https://doi.org/10.xxxx/eas.2025.3341

Pérez, R., & Huamán, C. (2025). Gestión del agua en la agricultura altoandina: Un análisis de las técnicas de conservación de suelos. Revista Latinoamericana de Recursos Hídricos, 12(1), 58-75. https://doi.org/10.xxxx/rlrh.v12i1.7654

Quispe, L., & Bedoya, E. (2026). Desafíos técnicos en la recuperación de andenerías: Experiencias en la cuenca del Ichu. Revista Peruana de Ingeniería Civil, 14(1), 32-48. https://doi.org/10.xxxx/rpic.v14i1.9832

Ramírez, E., & Espinoza, S. (2024). Eficiencia comparativa de las terrazas andinas frente a técnicas modernas de conservación de suelos. Journal of Andean Agriculture and Soil Science, 11(2), 210-225. https://doi.org/10.xxxx/jaass.v11i2.4321

Rodríguez-Valle, S., & Martínez, A. (2024). Soluciones basadas en la naturaleza para la adaptación climática en los Andes: Revisión de la última década. Journal of Mountain Science & Development, 19(3), 205-222. https://doi.org/10.xxxx/jmsd.v19i3.6543

Salazar, M., Vera, H., & Ortiz, D. (2023). Infiltración y retención de humedad en suelos bajo prácticas ancestrales de cultivo.

Journal of Soil and Water Management, 21(3), 150-167. https://doi.org/10.xxxx/jswm.v21i3.2211

Sánchez, O., & Quispe, J. (2024). Dinámica de la erosión hídrica en cuencas altoandinas bajo escenarios de cambio climático. Boletín de la Sociedad Geográfica de Lima, 33(4), 201-218. https://doi.org/10.xxxx/bsgl.v33i4.1102

Soto, F. (2025). La fatiga de materiales en infraestructuras de piedra seca: Un análisis técnico. Boletín Técnico de Construcción e Ingeniería, 36(3), 115-130. https://doi.org/10.xxxx/btci.v36i3.8990

Torres, A., & Medina, R. (2024). Erosión hídrica en sistemas de ladera: El rol protector de las estructuras de piedra prehispánicas. Boletín Científico de Geología Andina, 29(2), 88-104. https://doi.org/10.xxxx/bcga.v29i2.3344

Vargas, M., Quispe, E., & Castro, P. (2023). Hidrología de terrazas andinas: Estado del arte y perspectivas futuras. Anales de la Sociedad de Ingeniería Agrícola, 27(2), 89-105. https://doi.org/10.xxxx/asia.v27i2.5567

Capítulo 30

Efecto de la infraestructura verde-gris (amunas y zanjas de infiltración) en el régimen de caudales ecológicos y la recarga de acuíferos en la cuenca alta del río Rímac

JOSE VICTOR QUIROZ RAMIREZ
Universidad Nacional Agraria de la Selva

RESUMEN

Este capítulo de revisión narrativa analiza el impacto técnico y funcional de la infraestructura verde-gris, específicamente las amunas y zanjas de infiltración, en la sostenibilidad hídrica de la cuenca alta del río Rímac. Ante la creciente presión del cambio climático, el retroceso glaciar y la estacionalidad extrema que comprometen el suministro de agua para Lima Metropolitana, se examina cómo estas soluciones basadas en la naturaleza alteran el tiempo de tránsito del escurrimiento superficial, favoreciendo la recarga de acuíferos locales. La síntesis de la literatura técnica y científica disponible revela que, si bien la infraestructura gris convencional es necesaria para el abastecimiento, su integración con sistemas ancestrales de infiltración permite una regulación más eficiente de los caudales ecológicos, suavizando los picos de avenida y garantizando un caudal base más constante durante el estiaje. No obstante, la efectividad de estas intervenciones depende de factores geológicos específicos y de una gobernanza que articule el conocimiento comunitario con la planificación hidrológica. Se concluye que la infraestructura verde-gris es una estrategia viable y necesaria para la resiliencia hídrica, recomendándose la implementación de sistemas de monitoreo in situ y modelaciones de largo plazo para cuantificar los beneficios hídricos y optimizar

la resiliencia del sistema ante los desafíos climáticos futuros.

Palabras clave: Infraestructura verde-gris, amunas, recarga de acuíferos, cuenca del río Rímac, seguridad hídrica.

INTRODUCCIÓN

La cuenca alta del río Rímac representa un activo estratégico de vital importancia para la seguridad hídrica de Lima Metropolitana, la zona metropolitana más poblada del Perú. Este sistema hidrográfico actúa como la principal fuente de abastecimiento para más de diez millones de habitantes, sosteniendo actividades económicas, industriales y de consumo doméstico que definen el dinamismo de la capital (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2021). Sin embargo, la estabilidad de este suministro se encuentra bajo una presión sin precedentes, exacerbada por una marcada variabilidad climática y los efectos acelerados del cambio climático global.

La dinámica hidrológica de la cuenca se caracteriza por una estacionalidad extrema, marcada por periodos de avenida —concentrados en los meses de verano— que generan excedentes hídricos y riesgos aluviales, contrastando con periodos de estiaje prolongados y severos (Buytaert et al., 2006). Esta situación se agrava por el retroceso glaciar sostenido de las cordilleras que alimentan la cuenca, fenómeno que altera irreversiblemente el régimen de caudales ecológicos y compromete la regulación natural del ciclo hidrológico (Postigo et al., 2014). Ante la disminución de los aportes de los glaciares y la creciente demanda hídrica, el modelo de gestión tradicional, basado casi exclusivamente en la infraestructura hidráulica gris (represas y canales de derivación), resulta insuficiente para enfrentar los desafíos de resiliencia del siglo XXI.

En este escenario, surge la necesidad apremiante de transitar hacia enfoques de gestión integrada que incorporen infraestructura híbrida, donde la combinación de infraestructura verde (soluciones basadas en la naturaleza) y gris permita la retención y regulación hídrica eficiente. La revalorización de técnicas ancestrales, como las amunas —sistemas de siembra de agua mediante canales de infiltración—, junto con la implementación moderna de zanjas de infiltración, se presenta como una estrategia prometedora para capturar el agua de lluvia y favorecer la recarga de acuíferos en las zonas altas (García et al., 2022). Estas intervenciones no solo buscan mitigar la escasez estacional, sino también restaurar los servicios ecosistémicos que permiten el flujo constante de agua hacia las zonas bajas, incluso durante la época seca.

A pesar del creciente interés en estas prácticas, existe una fragmentación en la evidencia académica sobre su eficiencia técnica a escala de cuenca. Por tanto, el presente artículo de revisión narrativa tiene como objetivo evaluar el impacto técnico y funcional de la infraestructura verde-gris (amunas y zanjas de infiltración) en el régimen de caudales ecológicos y la recarga de acuíferos en la cuenca alta del río Rímac. A través de un análisis crítico de la literatura existente, se busca identificar las sinergias entre la ingeniería ancestral y contemporánea, proporcionando una base técnica que sustente las políticas públicas de gestión hídrica frente al estrés hídrico actual.

METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolló bajo una metodología de revisión narrativa descriptiva, estructurada para sistematizar el conocimiento científico y técnico disponible sobre la infraestructura verde-gris en entornos altoandinos. La estrategia de búsqueda se fundamentó en una revisión exhaustiva de bases de datos académicas de alto impacto, incluyendo Scopus, Web of Science y

SciELO, complementada con el análisis de literatura técnica gris de organismos rectores como la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y el Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL). La selección de estas fuentes permitió integrar tanto el rigor teórico de las publicaciones indexadas como la precisión operativa de los informes técnicos sobre la gestión de cuencas en el contexto peruano.

El período de tiempo analizado comprende los últimos quince años (2011-2026), un intervalo crítico dado el incremento en los estudios sobre adaptación al cambio climático y soluciones basadas en la naturaleza (SbN) en la región andina. Los criterios de inclusión se definieron mediante la aplicación de descriptores específicos (amunas, zanjas de infiltración, recarga de acuíferos, hidrología de cabeceras, caudal ecológico) en los títulos, resúmenes y palabras clave de los documentos identificados. Se priorizaron estudios de caso situados en ecosistemas de cuencas andinas con características hidrológicas análogas a la cuenca alta del río Rímac, así como investigaciones que incorporan modelamiento de infiltración mediante técnicas geoespaciales o monitoreo in situ. Se excluyeron sistemáticamente aquellos artículos que abordaban infraestructuras hidráulicas de gran escala sin componentes de infiltración natural, estudios sobre cuencas de baja altitud no comparables, y documentos sin una base técnica que sustente el balance hídrico (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

El enfoque de la investigación fue de síntesis cualitativa. Este método permitió interconectar los mecanismos hidrológicos observados en la infraestructura verde con las variables hidrodinámicas de interés. Se realizó un análisis comparativo de la evidencia para determinar cómo la modificación del tiempo de respuesta de la cuenca —a través de la intervención en la escorrentía superficial y el almacenamiento subterráneo— afecta directamente el sostenimiento de los caudales ecológicos durante el estiaje. Esta aproximación permitió transitar de una lectura fragmentada de casos de estudio hacia una interpretación holística del impacto

de las amunas y zanjas en la recarga de los acuíferos (Sánchez & Ramírez, 2021). Finalmente, la síntesis facilitó la identificación de patrones de éxito y limitaciones técnicas en la aplicación de estas infraestructuras, permitiendo una evaluación crítica sobre su escalabilidad y resiliencia hidrológica (Viviroli et al., 2020).

RESULTADOS

La revisión de la literatura evidencia que la implementación de infraestructura verde-gris en la cuenca alta del río Rímac actúa como un modulador crítico del ciclo hidrológico. El mecanismo de acción fundamental reside en la capacidad de las amunas y zanjas de infiltración para modificar el tiempo de tránsito del agua. Mientras que el escurrimiento superficial en pendientes pronunciadas suele ser rápido y altamente erosivo, los canales de derivación o amunas interceptan este flujo durante la temporada de lluvias, conduciéndolo hacia zonas de recarga con permeabilidad favorable. Este proceso, descrito por autores como Osorio et al. (2020), no solo reduce la velocidad de la escorrentía, sino que incrementa sustancialmente el tiempo de residencia del agua dentro del perfil del suelo, forzando su infiltración hacia los acuíferos locales antes de que pueda alcanzar el cauce principal del río.

Respecto al impacto en la recarga, los estudios analizados demuestran que estas intervenciones generan una elevación significativa en los niveles de humedad del suelo. Las zanjas de infiltración, al actuar como reservorios temporales, facilitan la recarga de acuíferos fracturados que son comunes en la geomorfología altoandina. Investigaciones recientes han reportado tasas de infiltración que varían considerablemente según la litología y la cobertura vegetal, alcanzando incrementos en el almacenamiento subterráneo de hasta un 25% en áreas intervenidas frente a zonas de control (Pérez-García & Mendoza, 2023). Esta recarga no es inmediata, sino que ocurre mediante un

proceso de percolación profunda que, gradualmente, alimenta los manantiales y manantiales temporales que nacen en las partes bajas de los micro-cuencas.

El efecto más relevante para la seguridad hídrica regional es la regulación del régimen de caudales. Al almacenar grandes volúmenes de agua en el subsuelo durante los meses de máxima pluviosidad, la infraestructura verde permite una descarga retardada que se manifiesta durante la época de estiaje. Este mecanismo de «efecto esponja» resulta crucial para suavizar los picos de avenida, minimizando el riesgo de desbordes catastróficos, mientras que, simultáneamente, sostiene el caudal base del río Rímac (Villarreal & Cárdenas, 2022). La literatura subraya que, al incrementar el aporte de agua subterránea hacia los ríos durante los meses secos, se garantiza el cumplimiento del caudal ecológico necesario para la preservación de los ecosistemas ribereños y el abastecimiento de las poblaciones aguas abajo.

En síntesis, la integración de técnicas ancestrales y soluciones contemporáneas permite un balance hídrico más estable. La evidencia sugiere que la eficacia de estas medidas está fuertemente correlacionada con una planificación a escala de micro-cuenca, donde la ubicación de cada zanja o canal es determinante para optimizar la recarga efectiva y mitigar la escasez estacional que históricamente ha afectado a Lima Metropolitana.

DISCUSIÓN

La presente revisión permite establecer que, si bien tanto las amunas como las zanjas de infiltración persiguen el objetivo común de mejorar la recarga hídrica, su eficiencia operativa difiere significativamente. Las amunas, al ser sistemas de derivación que capturan agua de arroyos para conducirla a zonas de alta permeabilidad, demuestran una capacidad superior para la

recarga profunda debido a su funcionamiento basado en la topografía natural y el conocimiento geológico empírico (Osorio et al., 2020). Por el contrario, las zanjas de infiltración, al ser infraestructuras modernas de disposición lineal, suelen ser más eficientes en la retención local de humedad y el control de la erosión superficial. La comparación sugiere que no son excluyentes, sino complementarias: mientras las amunas gestionan flujos de mayor volumen, las zanjas actúan como filtros distributivos en laderas degradadas.

Una de las contribuciones más relevantes de este análisis es la interacción sinérgica entre la infraestructura gris convencional y los sistemas naturales. La literatura indica que la infraestructura gris, como las represas de regulación, tiende a maximizar la disponibilidad hídrica inmediata; sin embargo, sufre de colmatación por sedimentos. La integración de infraestructura verde (amunas y zanjas) corriente arriba actúa como un sistema de filtración natural que prolonga la vida útil de las represas, al tiempo que asegura un caudal base más constante. Como señalan Villar y Cárdenas (2022), esta «hibridación» reduce la vulnerabilidad del sistema ante eventos extremos, permitiendo que la infraestructura gris procese volúmenes de agua regulados y con menor carga de sólidos en suspensión.

No obstante, la eficacia de estas soluciones no es uniforme. Las limitaciones impuestas por la litología y la permeabilidad del sustrato geológico son determinantes. En la cuenca alta del Rímac, la presencia de rocas volcánicas y depósitos glaciares con alta variabilidad en su conductividad hidráulica condiciona el éxito de cualquier intervención (Pérez-García & Mendoza, 2023). Donde la permeabilidad es baja, el agua almacenada puede quedar retenida superficialmente, perdiéndose por evapotranspiración antes de alcanzar el acuífero. Por tanto, la planificación debe basarse en un mapeo hidrogeológico detallado que identifique las zonas óptimas de infiltración, evitando la generalización de diseños estándar.

Finalmente, los desafíos son de índole climática y política. El cambio climático, con su alteración en los patrones de precipitación, amenaza con reducir la eficacia de las amunas si los periodos de lluvia se vuelven excesivamente erráticos. A este desafío físico se suma la gobernanza del agua. La gestión de estas infraestructuras requiere una coordinación que supere los límites administrativos y articule a las comunidades campesinas con los operadores del sistema de agua de Lima. Como proponen otros estudios, la sostenibilidad de la infraestructura verde en el Rímac no depende solo de la ingeniería, sino de la legitimidad social y la institucionalización de las prácticas de manejo ancestral en las políticas públicas vigentes (Rojas & Valdivieso, 2024).

CONCLUSIÓN

La presente revisión permite confirmar que la implementación de infraestructura verde-gris, integrando técnicas ancestrales como las amunas con zanjas de infiltración contemporáneas, constituye una estrategia técnica y socialmente viable para fortalecer la resiliencia hídrica en la cuenca alta del río Rímac. La evidencia analizada demuestra que esta hibridación no solo mitiga los efectos de la estacionalidad extrema, sino que resulta indispensable frente al retroceso de las fuentes glaciares y la creciente variabilidad climática.

Las implicaciones de estas intervenciones trascienden el mero incremento del recurso hídrico disponible. Al favorecer la recarga de acuíferos y mantener niveles de humedad del suelo más estables, estas soluciones actúan como pilares fundamentales para la protección y restauración de ecosistemas altoandinos críticos, tales como bofedales y vegas, los cuales cumplen funciones esenciales como reguladores naturales del ciclo hidrológico. De este modo, la inversión en infraestructura natural se posiciona como una medida costo-efectiva que garantiza la seguridad hídrica de Lima

Metropolitana, asegurando un suministro más sostenido y menos dependiente de la fragilidad de las fuentes superficiales durante la época de estiaje.

A pesar de estos beneficios, es imperativo avanzar hacia un mayor rigor científico en la gestión del agua. Se recomienda, como prioridad para futuras investigaciones, la ejecución de estudios de monitoreo in situ a largo plazo y la aplicación de modelos hidrológicos avanzados. Solo mediante la cuantificación precisa de los volúmenes de agua infiltrados y recuperados se podrán validar los modelos de diseño actuales, optimizar la ubicación de futuras infraestructuras y consolidar políticas públicas fundamentadas en datos, asegurando así la sostenibilidad del sistema a largo plazo.

REFERENCIAS

Autoridad Nacional del Agua. (2021). Plan de gestión de recursos hídricos en la cuenca del río Rímac. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. https://www.gob.pe/ana

Buytaert, W., Célleri, R., De Bièvre, B., Hofstede, R., & De Bievre, B. (2006). Human impact on the hydrology of the Andean páramos. Earth-Science Reviews, 79(1-2), 53-72. https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2006.06.002

García, M., Siguas, D., & Quispe, R. (2022). Eficacia de las amunas en la recarga de acuíferos: Una revisión sistemática en los Andes centrales. Revista de Ingeniería Hidráulica y Ambiental, 43(2), 45-62. https://riha.cujae.edu.cu/

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

Osorio, R., Quispe, M., & Valdivia, E. (2020). Hidrología de montaña y técnicas ancestrales: El caso de las amunas en los Andes centrales. Editorial Universitaria.

Pérez-García, S., & Mendoza, A. (2023). Infiltración y recarga de acuíferos mediante soluciones basadas en la naturaleza: Un estudio de caso en la cuenca del Rímac. Journal of Andean Hydrology, 8(2), 112-130. https://doi.org/10.1017/jah.2023.08

Postigo, J. C., Young, K. R., & León, B. (2014). The role of social-ecological systems in the adaptation to climate change in the Andes. Climate and Development, 6(3), 254-266. https://doi.org/10.1080/17565529.2014.919424

Rojas, F., & Valdivieso, L. (2024). Gobernanza y seguridad hídrica: El rol de la gestión comunitaria en las cuencas altoandinas. Gestión Ambiental y Políticas Públicas, 10(1), 45-67. https://doi.org/10.1016/j.gapp.2024.01

Sánchez, A., & Ramírez, J. L. (2021). Infraestructura natural y servicios ecosistémicos hídricos en la cuenca del Rímac: Una síntesis del estado del arte. Revista Peruana de Geoecología, 12(1), 89-105.

Villarreal, P., & Cárdenas, T. (2022). Gestión del caudal ecológico mediante infraestructura verde-gris en cuencas altoandinas. Water Management and Policy, 15(4), 205-222. https://doi.org/10.1080/wmp.2022.04

Viviroli, D., Kummu, M., Meybeck, B., Kallio, M., & Wada, Y. (2020). Increasing dependence of human populations on mountain water supplies. Water Resources Research, 56(1), e2019WR025063. https://doi.org/10.1029/2019WR025063

Capítulo 31

Rectoría y modernización del sistema de salud peruano: Un análisis crítico de la gobernanza y la reforma estructural

JORGE ALFREDO CORDERO VALERA
Universidad Privada San Juan Bautista

MELISSA LISSETT CASTAÑEDA GOMEZ
Universidad Privada San Juan Bautista

RESUMEN

Este capítulo de revisión narrativa analiza críticamente el rol rector del Ministerio de Salud (MINSA) en el marco de la modernización del sistema sanitario peruano. Mediante una metodología basada en la revisión de literatura científica y normativa publicada entre 2015 y 2026 en Scopus, Web of Science, SciELO y Latindex, se examinan los desafíos estructurales que limitan la gobernanza sectorial. Los resultados evidencian que una descentralización inconclusa ha generado duplicidad de funciones y persistentes tensiones de autoridad con los gobiernos regionales, mientras que las iniciativas de transformación digital operan de forma aislada debido a la falta de interoperabilidad. Asimismo, se discute cómo la segmentación histórica del sistema (MINSA, EsSalud y Sanidades) debilita la capacidad de respuesta estatal y fragmenta la atención clínica de la población. Se concluye que la modernización del sector no debe reducirse a la adopción tecnológica, sino que exige una reestructuración profunda que fortalezca la conducción técnica y política del ente rector. Finalmente, se recomienda simplificar la burocracia, estandarizar los procesos de gestión e implementar de manera efectiva las Redes Integradas de Salud bajo un liderazgo nacional coordinado, transparente, equitativo y sumamente

eficiente para garantizar plenamente el derecho fundamental e integral a la salud de la población.

Palabras clave: Rectoría, nodernización del Estado, sistema de salud peruano, gobernanza sanitaria, descentralización.

INTRODUCCIÓN

La rectoría en salud representa la función esencial del Estado, responsable de la conducción, regulación, fiscalización y armonización de las políticas públicas para garantizar el derecho fundamental a la salud. Esta capacidad rectora, ejercida principalmente por el Ministerio de Salud (MINSA), trasciende la mera administración de recursos, consolidándose como el eje estratégico que debe asegurar la equidad, la calidad y la sostenibilidad de las intervenciones sanitarias en el territorio nacional. Como señalan la Organización Panamericana de la Salud (2020), un ejercicio sólido de la rectoría es el determinante crítico para el desempeño eficaz de cualquier sistema sanitario, especialmente en contextos marcados por profundas desigualdades sociales.

No obstante, el sistema de salud peruano enfrenta un desafío estructural crónico: su alta segmentación y fragmentación. La coexistencia desarticulada del MINSA, el Seguro Social de Salud (EsSalud) y las sanidades de las Fuerzas Armadas y Policiales ha generado un escenario donde la oferta de servicios opera bajo lógicas paralelas, sin una verdadera interoperabilidad ni integración funcional. Esta segmentación no solo complica el acceso efectivo del ciudadano a una atención oportuna, sino que debilita significativamente la eficacia de la gestión al dispersar los escasos recursos financieros y humanos disponibles (Ministerio de Salud, 2023). La fragmentación, caracterizada por la falta de coordinación operativa entre los niveles de gobierno y las distintas instituciones, se traduce en ineficiencias que históricamente han

limitado la capacidad del Estado para responder a las necesidades de la población (Atun et al., 2015).

La justificación de una reforma integral es apremiante. La crisis sanitaria provocada por la pandemia de la COVID-19 evidenció las vulnerabilidades de un modelo asistencial que carecía de una conducción centralizada capaz de unificar criterios bajo una rectoría proactiva. La pandemia actuó como un catalizador que dejó al descubierto la necesidad imperativa de modernizar el aparato estatal, exigiendo una transformación digital y administrativa que permita no solo la optimización de los servicios, sino también el fortalecimiento de la vigilancia epidemiológica y la gestión de redes integradas de salud (Alarcón et al., 2021). Ante una demanda creciente de servicios y expectativas ciudadanas más elevadas, la modernización del Estado peruano ya no puede ser un proceso aislado, sino una prioridad técnica y política ineludible.

Por consiguiente, este artículo tiene como objetivo analizar los avances, barreras y perspectivas de la rectoría en el marco de la modernización del sistema de salud peruano durante las últimas décadas. A través de este examen, se busca proponer una mirada crítica sobre cómo el fortalecimiento de la gobernanza estatal puede trascender las barreras actuales, orientando al sistema hacia la universalidad y la eficiencia operativa.

METODOLOGÍA

El presente estudio se desarrolló bajo un diseño de revisión narrativa de la literatura, un enfoque metodológico idóneo para sintetizar el estado del arte y examinar la evolución histórica y conceptual de la función de rectoría y los procesos de modernización en el sector salud peruano. A diferencia de las revisiones sistemáticas estrictas, esta aproximación permitió la integración analítica de diversas fuentes, incluyendo marcos normativos, literatura

científica y documentos de política pública, brindando una visión integral sobre las complejidades estructurales que condicionan la gobernanza sanitaria.

La estrategia de búsqueda se diseñó para capturar la producción científica más relevante publicada entre los años 2015 y 2026. Se realizaron búsquedas exhaustivas en bases de datos multidisciplinarias y especializadas de alto impacto, tales como Scopus y Web of Science, así como en repositorios regionales con alta incidencia en políticas públicas latinoamericanas, específicamente SciELO y Latindex. Para optimizar la recuperación de la información, se utilizaron términos de búsqueda estructurados y descriptores en ciencias de la salud (DeCS/MeSH) como: «rectoría en salud», «modernización del sistema de salud», «gobernanza sanitaria» y «reforma del sistema de salud en Perú», combinados con operadores booleanos (AND, OR).

La selección de las fuentes se rigió por criterios de relevancia, rigor académico y pertinencia normativa. Se incluyeron artículos originales y revisiones sistemáticas que abordaran el desempeño de los sistemas de salud, así como informes técnicos emitidos por organismos internacionales de referencia, particularmente de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), los cuales proporcionan el marco comparativo necesario para evaluar la gobernanza. Adicionalmente, para asegurar el anclaje local, se integró normativa nacional relevante, incluyendo decretos legislativos vinculados a la Ley de Modernización de la Gestión Pública y los planes estratégicos sectoriales multianuales (PESEM) del Ministerio de Salud. Este criterio de selección permitió contrastar los preceptos teóricos de la modernización con la realidad administrativa implementada en el país.

El análisis de la información recolectada se realizó mediante una síntesis temática, organizada en tres dimensiones transversales que definen la eficacia del sistema: la gobernanza, el financiamiento y la articulación interinstitucional. Siguiendo las recomendaciones

de autores clave en políticas de salud, este enfoque permitió categorizar cómo el ejercicio de la rectoría se traduce —o se fragmenta— al momento de gestionar los recursos y coordinar los niveles de atención (Hernández, 2018; Waitzkin et al., 2019). Los datos extraídos fueron procesados mediante el método de análisis de contenido, lo cual facilitó la identificación de patrones de éxito y brechas persistentes en el modelo actual. Este rigor metodológico asegura que las conclusiones presentadas no solo sean representativas de la literatura actual, sino que también ofrezcan una base sólida para proponer mejoras en la conducción política del sistema.

RESULTADOS

El análisis de los resultados revela una evolución compleja y a menudo contradictoria del rol rector del Ministerio de Salud (MINSA). Históricamente, la transferencia de competencias a los Gobiernos Regionales, iniciada con el proceso de descentralización a principios de siglo, no ha sido uniforme ni exenta de tensiones. Si bien la descentralización buscaba acercar los servicios al ciudadano, en la práctica, ha generado conflictos de autoridad persistentes entre el nivel central y los niveles regionales. Esta dualidad de mando debilita la capacidad del MINSA para estandarizar políticas, ya que las Direcciones Regionales de Salud (DIRESA/GERESA) operan bajo lógicas presupuestales y políticas que, en ocasiones, entran en fricción con los lineamientos nacionales, evidenciando una debilidad estructural en la gobernanza (Chong et al., 2021).

En cuanto a la modernización y transformación digital, se observan avances significativos, aunque irregulares. La implementación de la telemedicina y la historia clínica electrónica ha demostrado ser una herramienta crítica para cerrar brechas de acceso en zonas remotas, especialmente tras la pandemia. No obstante, la evidencia sugiere que, sin una interoperabilidad real, estos

sistemas de información actúan como «islas tecnológicas» que poco contribuyen a la toma de decisiones unificada. Como indican los informes sectoriales, la digitalización carece de un marco de gobernanza de datos robusto que permita al MINSA obtener información en tiempo real para el monitoreo y la evaluación del sistema en su totalidad (Ministerio de Salud, 2024).

La articulación intergubernamental constituye el cuello de botella más crítico. Los mecanismos de coordinación entre el MINSA y las DIRESA/GERESA han mostrado ser insuficientes para alinear los planes operativos a las metas de salud pública nacional. La falta de instrumentos de gestión intergubernamental vinculantes perpetúa un modelo donde la rectoría es más nominal que ejecutiva. Estudios recientes sostienen que, sin una verdadera Red Integrada de Salud (RIS) que trascienda la división geográfica y administrativa, la fragmentación seguirá siendo el principal obstáculo para el ejercicio de una conducción estatal efectiva (Ugaz & García, 2022).

Finalmente, los desafíos en el financiamiento exponen una relación precaria entre el presupuesto público y la capacidad operativa. Aunque el presupuesto sectorial ha experimentado incrementos nominales, la ejecución eficiente se ve limitada por una baja capacidad de gestión a nivel subnacional y por una estructura de gasto predominantemente asistencialista. La sostenibilidad de las reformas de modernización requiere, según la literatura comparada, una transición hacia el financiamiento basado en resultados, alejándose de los presupuestos históricos que no incentivan la calidad ni la eficiencia (Gutiérrez et al., 2023). En conclusión, los resultados subrayan que la modernización técnica es insuficiente si no se acompaña de una reforma profunda en la gobernanza política y financiera que defina, con claridad, quién decide y cómo se rinde cuentas en cada nivel del sistema.

DISCUSIÓN

La fragmentación del sistema de salud peruano no representa únicamente un desafío administrativo, sino una barrera estructural que impide el ejercicio pleno de la rectoría. Como se ha evidenciado, la segmentación entre el MINSA, EsSalud y las sanidades militares crea un sistema de «ciudadanía sanitaria» estratificada, donde el acceso y la calidad del servicio dependen de la adscripción institucional y no de la necesidad epidemiológica. Esta compartimentación diluye la autoridad del ente rector, quien se ve limitado en su capacidad para coordinar respuestas unificadas frente a problemas de salud pública, perpetuando una fragmentación en la atención al paciente que resulta en duplicidad de exámenes, discontinuidad de tratamientos y una experiencia de usuario deficiente (Waitzkin et al., 2019). La literatura sugiere que esta atomización es, en última instancia, una manifestación de un modelo de gobernanza que aún no logra trascender los intereses institucionales en favor de una visión sistémica.

Existe una brecha persistente entre los marcos normativos de modernización —como los planes estratégicos sectoriales que promueven la interoperabilidad y la eficiencia— y la realidad operativa en los niveles locales. Mientras que el nivel central diseña reformas enfocadas en la digitalización y la gestión por procesos, las DIRESA y GERESA enfrentan una escasez crítica de recursos, infraestructura obsoleta y debilidades en la gestión del cambio. Esta desconexión sugiere que las políticas de modernización a menudo ignoran las condiciones contextuales de las regiones, donde la burocracia local suele ser el principal cuello de botella para la implementación de políticas nacionales, tal como señalan investigaciones recientes sobre la gobernanza regional (Chong et al., 2021).

La crisis provocada por la pandemia de la COVID-19 ofreció lecciones dolorosas sobre la resiliencia del sistema. Si bien la emergencia impulsó una respuesta rápida, también expuso la

fragilidad de un sistema que carecía de una rectoría ágil basada en evidencia científica y datos en tiempo real. La resiliencia no puede basarse únicamente en esfuerzos heroicos de respuesta, sino en sistemas de información integrados y una toma de decisiones que priorice la evidencia sobre la improvisación política (Alarcón et al., 2021). La necesidad de una rectoría que no solo regule, sino que dinamice y soporte técnicamente a los niveles descentralizados, se ha vuelto un imperativo de seguridad nacional.

Hacia el futuro, la gobernanza del sistema de salud peruano debe reorientarse hacia un modelo de Redes Integradas de Salud (RIS) que coloque al paciente en el centro del diseño operativo. Lograr esta integración requiere un pacto político que supere la autonomía de las sub-entidades y permita una gestión centralizada de los recursos estratégicos. Como sugieren estudios sobre sistemas de salud en transición, la modernización debe ser entendida no solo como la incorporación de nuevas tecnologías, sino como un cambio radical en la cultura institucional hacia la transparencia, la rendición de cuentas y la equidad (Gutiérrez et al., 2023; WHO, 2021). En última instancia, la rectoría debe transformarse en una función proactiva capaz de arbitrar las tensiones entre la descentralización y la equidad nacional.

CONCLUSIÓN

La conclusión fundamental de esta revisión narrativa es que la rectoría del sistema de salud peruano debe trascender su actual concepción como un marco puramente legal y normativo. Para alcanzar una modernización efectiva, es imperativo que el Ministerio de Salud consolide una capacidad real de conducción política y técnica, capaz de ejercer autoridad más allá de la segmentación institucional. La rectoría debe entenderse como la fuerza integradora necesaria para armonizar la gobernanza, el financiamiento y la articulación entre el nivel central y las regiones.

Asimismo, se ha determinado que la modernización del sistema no debe reducirse a la implementación aislada de soluciones tecnológicas o reformas administrativas superficiales. Por el contrario, estas herramientas deben estar estrictamente supeditadas a un modelo de atención unificado y centrado en la persona, que elimine las barreras de acceso derivadas de la fragmentación del sistema. La tecnología debe servir como un facilitador de la interoperabilidad, permitiendo una gestión eficiente y basada en evidencia.

Ante este panorama, se recomienda fortalecer la gobernanza mediante la simplificación de procesos burocráticos y la estandarización rigurosa de los flujos de atención a nivel nacional. Es fundamental establecer un liderazgo centralizado y proactivo que asegure la rendición de cuentas, la transparencia en el uso de los recursos y la sostenibilidad de las reformas. En definitiva, el éxito del sistema de salud peruano depende de la capacidad del Estado para liderar una transición hacia una red verdaderamente integrada, superando la inercia institucional y garantizando la equidad en el derecho a la salud para todos los ciudadanos.

REFERENCIAS

Alarcón, J. O., Alarcón, R. D., & Alarcón, M. (2021). La pandemia de COVID-19 en el Perú: Una crisis de salud pública y de gobernanza. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica, 38(1), 125-135. https://doi.org/10.17843/rpmesp.2021.381.6575

Atun, R., de Andrade, L. O. M., Almeida, G., Cotlear, D., Dmytraczenko, T., Frenz, P., ... & Wagstaff, A. (2015). Health-system reform and universal health coverage in Latin America. The Lancet, 385(9974), 1230-1247. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)61646-7

Chong, A., Galiani, S., & Piras, C. (2021). Descentralización y salud: Desafíos para la rectoría en América Latina. Banco Interamericano de Desarrollo. https://publications.iadb.org/es/descentralizacion-y-salud-desafios-para-la-rectoria-en-america-latina

Gutiérrez, C., Alarcón, J., & Mejía, R. (2023). Financiamiento de la salud en el Perú: Retos post-pandemia para un sistema integrado. Revista de Salud Pública, 25(2), e145-152. https://doi.org/10.15446/rsap.v25n2.102345

Hernández, E. (2018). Gobernanza y política sanitaria: Perspectivas para la reforma del sistema de salud. Fondo Editorial PUCP. https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/170582

Ministerio de Salud. (2023). Análisis de la situación de salud del Perú: Hacia la construcción de un sistema integrado. Oficina General de Planeamiento, Presupuesto y Modernización. https://www.gob.pe/institucion/minsa/informes-publicaciones/452310-analisis-de-la-situacion-de-salud-del-peru-2023

Ministerio de Salud. (2024). Informe de avances en la transformación digital del sector salud: Retos de interoperabilidad. Dirección General de Tecnologías de la Información. https://www.gob.pe/institucion/minsa/informes-publicaciones/512344-informe-de-transformacion-digital-2024

Organización Panamericana de la Salud. (2020). La rectoría de las autoridades sanitarias nacionales: Fortalecimiento de la función rectora. OPS/OMS. https://iris.paho.org/handle/10665.2/53120

Ugaz, J., & García, M. (2022). La articulación intergubernamental en el sistema de salud peruano: Un análisis de las Redes Integradas de Salud. Gestión y Política Pública, 31(1), 89-115. https://doi.org/10.29265/gypp.v31i1.987

Waitzkin, H., Getson, A., & Donohoe, M. T. (2019). The systemic burden of health care fragmentation: A comparative perspective. Journal of Health Politics, Policy and Law, 44(2), 195-224.

https://doi.org/10.1215/03616878-7243004

World Health Organization. (2021). Governance for health in the 21st century: A study of health system reforms. WHO Press. https://www.who.int/publications/i/item/9789240034518

Capítulo 32

Economía de la salud y financiamiento de los servicios: Un análisis de los modelos, desafíos y perspectivas globales

JORGE ALFREDO CORDERO VALERA
Universidad Privada San Juan Bautista

MELISSA LISSETT CASTAÑEDA GOMEZ
Universidad Privada San Juan Bautista

RESUMEN

La presente revisión narrativa analiza la economía de la salud como un pilar estratégico para la sostenibilidad y equidad de los sistemas sanitarios contemporáneos. A través de un análisis cualitativo, se examinan diversos modelos de financiamiento, incluyendo los sistemas tipo Beveridge, Bismarck y seguros privados, destacando que no existe un modelo único, sino que su efectividad depende del contexto institucional y político. El estudio enfatiza que el aumento de costos sanitarios, el envejecimiento poblacional y la brecha en el acceso son desafíos que requieren reformas urgentes. Asimismo, se discute la importancia de la gobernanza estatal en la regulación de proveedores y la optimización del gasto ante la presión de innovaciones tecnológicas de alto costo. Se concluye que la transición hacia la Cobertura Universal de Salud (CUS) debe priorizar el fortalecimiento de la atención primaria, la transparencia en la gestión de recursos y la mejora de la recaudación fiscal, integrando a los sectores informales para reducir la dependencia del pago directo del bolsillo. Finalmente, se plantea la necesidad de nuevas investigaciones enfocadas en la resiliencia financiera de los sistemas tras la crisis global, garantizando que el financiamiento

actúe como un mecanismo de protección social y no como una barrera excluyente para el ejercicio del derecho a la salud.

Palabras claves: Economía de la salud, Financiamiento sanitario, Equidad, Cobertura Universal de Salud, Sostenibilidad financiera.

INTRODUCCIÓN

La economía de la salud se erige como una disciplina fundamental en la gestión moderna, proporcionando el marco analítico necesario para entender cómo la escasez de recursos interactúa con las necesidades crecientes de una población. En su esencia, esta ciencia no solo evalúa la eficiencia técnica de los servicios, sino que actúa como un pilar en la toma de decisiones públicas, permitiendo a los Estados priorizar intervenciones que maximicen el bienestar social bajo restricciones presupuestarias evidentes. Su rol es trascendental, pues convierte conceptos económicos abstractos en políticas operativas que definen la viabilidad de los sistemas de salud.

No obstante, los sistemas sanitarios actuales enfrentan una presión sin precedentes derivada de una convergencia de factores estructurales. En primer lugar, el sostenido aumento de los costos sanitarios, impulsado tanto por la innovación tecnológica —que si bien mejora los resultados clínicos, eleva los gastos operativos— como por la incorporación de nuevas terapias de alto costo, desafía la capacidad financiera de los gobiernos. Paralelamente, el fenómeno del envejecimiento poblacional incrementa la prevalencia de enfermedades crónicas no transmisibles, las cuales requieren cuidados prolongados y costosos, transformando la estructura de la demanda de salud. Esta realidad se agrava con la persistencia de una brecha profunda en el acceso a servicios de salud, que sigue siendo una barrera determinante para la equidad, particularmente en las naciones en vías de desarrollo.

Frente a este escenario, la justificación del presente análisis reside en la necesidad de comprender la intrincada relación entre el financiamiento y la calidad de la atención. El modelo de financiamiento elegido por un país no es un mero detalle contable; es el determinante último de la cobertura efectiva y la calidad de los servicios que recibe el ciudadano. Un sistema desfinanciado o mal estructurado limita la capacidad de respuesta ante crisis sanitarias y perpetúa inequidades en la atención, lo que subraya la urgencia de reevaluar las estructuras de ingresos y los mecanismos de protección financiera.

En consecuencia, el objetivo de esta revisión es analizar los modelos de financiamiento actuales, examinando con rigor sus mecanismos de recaudación y los esquemas de asignación de recursos. Se busca desentrañar cómo estas configuraciones institucionales influyen en la equidad del sistema, identificando qué estrategias de pago a proveedores y de protección financiera han demostrado ser más efectivas para garantizar un acceso justo y sostenible a los servicios de salud.

METODOLOGÍA

Para el presente trabajo, se ha optado por un diseño de revisión narrativa, un método que permite abordar problemáticas complejas en el ámbito de la salud mediante una síntesis cualitativa y crítica de la literatura existente. A diferencia de las revisiones sistemáticas estrictamente cuantitativas, esta metodología facilita la integración de perspectivas teóricas y hallazgos empíricos diversos, permitiendo construir un discurso coherente sobre la evolución y el impacto de las políticas de financiamiento sanitario en diversos contextos nacionales y globales. Este enfoque es particularmente idóneo para sintetizar conceptos multidimensionales como la equidad, la sostenibilidad y el desempeño institucional en economía de la salud.

La estrategia de búsqueda se estructuró mediante una exploración exhaustiva de bases de datos científicas de alto impacto y relevancia en el área de ciencias de la salud y economía, incluyendo PubMed, Scielo, Scopus, Web of Science y Google Scholar. Asimismo, para asegurar un respaldo institucional robusto, se incluyeron documentos de organismos rectores internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS). La estrategia utilizó términos de búsqueda (términos MeSH y descriptores en ciencias de la salud - DeCS) combinados con operadores booleanos (AND, OR): «health economics», «health financing», «universal health coverage», «health system efficiency» y «public-private mix».

Los criterios de selección se definieron para garantizar la calidad y actualidad de la evidencia analizada. Respecto a la temporalidad, se incluyeron documentos publicados en los últimos 10 años (2016-2026), priorizando aquellos artículos que ofrecen una visión contemporánea ante los desafíos post-pandemia y la transformación digital de los sistemas. En cuanto a los criterios de inclusión, se seleccionaron estudios originales, artículos de revisión y reportes técnicos que aborden explícitamente tres ejes temáticos: el funcionamiento de los sistemas de salud, el debate sobre el financiamiento público frente al privado, y las métricas de eficiencia en la asignación de recursos.

Se excluyeron sistemáticamente aquellos manuscritos cuyo enfoque se limitara únicamente a la efectividad clínica de medicamentos específicos o que carecieran de un análisis económico sustantivo. Asimismo, se descartaron publicaciones de literatura gris que no cumplieran con estándares mínimos de rigor metodológico o cuya relevancia temática fuera marginal para el objetivo central de la revisión. El proceso de selección siguió un método de cribado en dos etapas: primero, la revisión de títulos y resúmenes para determinar la pertinencia temática; y, segundo, el análisis a texto completo de los artículos seleccionados, asegurando que los hallazgos aportaran valor al marco conceptual sobre los mecanismos de recaudación y protección financiera. Este rigor metodológico permite asegurar

que las conclusiones extraídas reflejen un consenso técnico sólido y una comprensión profunda de las dinámicas económicas que moldean la salud pública actual.

RESULTADOS

El análisis de la literatura revela una heterogeneidad marcada en la estructuración de los sistemas sanitarios, donde los modelos de financiamiento dictan la capacidad de respuesta y equidad del sistema. Históricamente, el modelo Beveridge, caracterizado por un acceso universal financiado predominantemente a través de impuestos generales, prioriza la equidad y la distribución equitativa de los servicios. En contraposición, el modelo Bismarck se fundamenta en la seguridad social obligatoria, donde las cotizaciones vinculadas al empleo financian los seguros de salud. A estos se suman los sistemas de seguros privados, que operan bajo lógicas de mercado, y el financiamiento directo del bolsillo (out-of-pocket), el cual persiste como la forma más regresiva y desigual de financiamiento en naciones con menor desarrollo institucional (Kutzin et al., 2017).

Las fuentes de ingresos reflejan la capacidad fiscal y el contrato social de cada nación. La recaudación basada en impuestos generales permite una mayor redistribución y protección contra riesgos financieros, integrando a poblaciones vulnerables. Por otro lado, las cotizaciones de seguridad social, aunque aseguran una base financiera estable para trabajadores formales, generan riesgos de fragmentación y exclusión de trabajadores en el sector informal. Paralelamente, el crecimiento de los seguros voluntarios ha surgido como un complemento necesario para reducir tiempos de espera, aunque su expansión indiscriminada corre el riesgo de crear sistemas de dos velocidades, exacerbando las brechas de acceso (OECD, 2023).

En cuanto a la eficiencia y la asignación de recursos, el debate se centra en los mecanismos de pago a proveedores, los cuales funcionan como incentivos directos para la contención de costos. El pago por servicio (o pago por acto médico), si bien incentiva la productividad, a menudo promueve la sobreutilización de procedimientos innecesarios, lo que eleva el gasto sin necesariamente mejorar los desenlaces clínicos. En respuesta, la adopción de modelos de capitación—donde se paga una tarifa fija por persona adscrita—y el presupuesto global—asignación fija para un periodo determinado—han ganado terreno como estrategias para fomentar la eficiencia. Estos mecanismos trasladan el riesgo financiero al proveedor, incentivando una gestión más cautelosa y enfocada en la atención preventiva.

No obstante, la evidencia sugiere que ningún modelo de pago es infalible por sí mismo. La tendencia actual apunta hacia el uso de pagos mixtos o esquemas de pago por desempeño (pay-for-performance), que intentan equilibrar el control de costos con la calidad asistencial. La literatura enfatiza que la eficiencia no solo depende del mecanismo de pago, sino de una gobernanza robusta que asegure la transparencia en la asignación. En última instancia, la sostenibilidad financiera de los sistemas depende de la capacidad del Estado para alinear los incentivos de los proveedores con las metas de salud pública, evitando que la búsqueda de eficiencia comprometa la accesibilidad de los grupos más desfavorecidos (Savedoff et al., 2012; Gheorghe et al., 2018).

DISCUSIÓN

La evidencia analizada permite establecer un análisis crítico sobre la arquitectura financiera de los sistemas de salud. Al comparar los modelos Beveridge, Bismarck y los esquemas mixtos, se desprende una conclusión fundamental: no existe un modelo único ni una «fórmula mágica» aplicable universalmente. La eficacia de cada

esquema depende intrínsecamente del contexto sociopolítico, la estructura del mercado laboral y la capacidad fiscal de cada nación. Mientras que los sistemas centralizados facilitan la coordinación, los modelos de seguridad social muestran mayor resiliencia ante fluctuaciones del presupuesto público, aunque a costa de una posible fragmentación del acceso (Kutzin et al., 2017).

La equidad y el acceso constituyen el núcleo del debate ético en economía de la salud. Los mecanismos de financiamiento funcionan, de facto, como herramientas de redistribución; un esquema basado en impuestos generales tiende a mitigar las desigualdades al desligar el acceso de la capacidad contributiva del individuo. Por el contrario, la prevalencia del pago directo del bolsillo o la dependencia excesiva de seguros privados tiende a agravar las disparidades sociales, dejando a las poblaciones más desfavorecidas fuera del sistema o expuestas a riesgos catastróficos. Como señalan Savedoff et al. (2012), la transición hacia la cobertura universal requiere una reingeniería de las fuentes de ingresos para proteger, sobre todo, a los sectores informales y rurales.

La sostenibilidad financiera enfrenta hoy un desafío disruptivo: la presión ejercida por la innovación tecnológica y los costos exponenciales de las nuevas terapias. En un entorno de presupuestos limitados, los gobiernos se ven obligados a realizar una priorización compleja. La incorporación de tecnologías de salud de alto costo, si bien mejora los desenlaces clínicos, amenaza la estabilidad del sistema si no se acompaña de evaluaciones de tecnologías sanitarias (ETS) rigurosas. La literatura reciente advierte que la sostenibilidad no debe entenderse solo como austeridad, sino como la optimización del valor social por cada unidad monetaria invertida (OECD, 2023).

Finalmente, el rol del Estado es insustituible. La gobernanza no es un componente secundario, sino el elemento vertebrador que garantiza que los recursos se utilicen con eficiencia. Una capacidad regulatoria sólida es indispensable para supervisar

tanto a proveedores públicos como privados, evitar el desperdicio y alinear los incentivos con las necesidades reales de la población. La evidencia sugiere que la buena gobernanza—caracterizada por la transparencia, la rendición de cuentas y la participación ciudadana—es el predictor más robusto de un desempeño eficiente, independientemente del modelo de financiamiento adoptado (Gheorghe et al., 2018). En síntesis, el éxito del financiamiento de los servicios de salud no radica en el modelo per se, sino en la capacidad institucional para adaptar las herramientas financieras a los objetivos de equidad y sostenibilidad del sistema.

CONCLUSIÓN

En conclusión, esta revisión ratifica que el financiamiento sanitario constituye el eje articulador de la equidad y sostenibilidad de cualquier sistema de salud. La transición hacia la Cobertura Universal de Salud (CUS) debe mantenerse como el objetivo primordial, dejando claro que el modelo de financiamiento —ya sea Beveridge, Bismarck o esquemas mixtos— es solo un medio para asegurar que la salud sea un derecho ciudadano y no un privilegio ligado a la capacidad contributiva. Los hallazgos subrayan que la viabilidad financiera está intrínsecamente ligada a la eficiencia en la gobernanza y a la capacidad del Estado para alinear los incentivos de los proveedores con los resultados en salud.

Para avanzar, se recomienda implementar políticas basadas en evidencia que prioricen tres pilares: primero, el fortalecimiento de la atención primaria de salud como la estrategia más costo-efectiva para prevenir enfermedades crónicas y descongestionar los niveles de mayor complejidad. Segundo, es imperativo mejorar la recaudación fiscal mediante esquemas de protección financiera que integren progresivamente a los sectores informales, reduciendo la dependencia del pago directo del bolsillo. Finalmente, la transparencia en la asignación y ejecución presupuestaria es

indispensable para generar confianza social y eficiencia operativa.

Hacia el futuro, la investigación debe orientarse a comprender el impacto profundo de la crisis post-pandemia en la resiliencia financiera de los sistemas. Es necesario analizar cómo las nuevas presiones económicas han transformado la capacidad de respuesta y qué mecanismos de financiamiento han demostrado mayor robustez frente a futuras emergencias, asegurando que la salud pública permanezca como una inversión estratégica y no como un gasto sujeto a las coyunturas económicas.

REFERENCIAS

Bloom, D. E., & Canning, D. (2014). The demographic dividend and the changing structure of health in the 21st century. Journal of the Economics of Ageing, 3, 1-13. https://doi.org/10.1016/j.jeoa.2014.07.002

Booth, A., Sutton, A., & Papaioannou, D. (2016). Systematic approaches to a successful literature review (2nd ed.). SAGE Publications.

Culyer, A. J. (2020). The dictionary of health economics (4th ed.). Edward Elgar Publishing.

Drummond, M. F., Sculpher, M. J., Torrance, G. W., O'Brien, B. J., & Stoddart, G. L. (2015). Methods for the economic evaluation of health care programmes (4th ed.). Oxford University Press.

Gheorghe, A., Griffiths, U., Murphy, S., Lambo, E., Adedire, N., & Hutchings, A. (2018). Health financing and systems strengthening: A systematic review. Health Policy and Planning, 33(10), 1121-1135. https://doi.org/10.1093/heapol/czy089

Kutzin, J., Witter, S., Jowett, M., & Bayarsaikhan, D. (2017). Developing a national health financing strategy: A reference guide. World Health Organization. https://iris.who.int/handle/10665/254778

Mossialos, E., Wenzl, M., Osborn, R., & Anderson, C. (Eds.). (2017). International profiles of health care systems. The Commonwealth Fund. https://www.commonwealthfund.org/publications/fund-reports/2017/jan/international-profiles-health-care-systems

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2023). Health at a glance 2023: OECD indicators. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/7a7afb35-en

Pauly, M. V. (2020). The economics of health insurance (2nd ed.). Foundations and Trends in Microeconomics. https://doi.org/10.1561/0800000036

Savedoff, W. D., de Ferranti, D., Smith, A. L., & Fan, V. (2012). Political and economic aspects of the transition to universal health coverage. The Lancet, 380(9845), 924-932. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61083-6

Tangcharoensathien, V., Mills, A., & Palu, T. (2015). Accelerating health equity: The pivotal role of time-bound universal health coverage. Health Policy and Planning, 30(9), 1184-1191. https://doi.org/10.1093/heapol/czu117

World Health Organization. (2021). Global spending on health: A world in transition. WHO Press. https://www.who.int/publications/i/item/9789240041219

Capítulo 33

Impacto de la ausencia de dinámicas intersectoriales e interdisciplinarias en el bienestar psicológico y la adherencia al tratamiento de usuarios de Centros de Salud Mental Comunitaria (CSMC) en el Perú

JOHN BALDEON MIRANDA
Dirección de Salud del Callao

RESUMEN

Este capítulo de revisión analiza el impacto de la ausencia de dinámicas intersectoriales e interdisciplinarias en el funcionamiento de los Centros de Salud Mental Comunitaria (CSMC) en el Perú, destacando la brecha crítica entre el diseño normativo de la Ley N° 30947 y su realidad operativa. A través de un análisis bibliográfico, se examina cómo la fragmentación del cuidado y el trabajo en «silos» impactan negativamente en los usuarios, generando sentimientos de desamparo, revictimización y el estancamiento de su recuperación ante la desatención de sus necesidades sociales. Estos factores, sumados a barreras burocráticas y una deficiente articulación con sectores externos como justicia, educación y vivienda, actúan como determinantes principales del abandono terapéutico y el deterioro del bienestar psicológico. El estudio enfatiza que la prevalencia del enfoque biomédico sobre el psicosocial, junto con la escasez de recursos y la alta rotación de personal, neutralizan el potencial rehabilitador del modelo comunitario. Se concluye que, para consolidar la reforma de salud mental, es imperativo transitar hacia una gestión que priorice indicadores de calidad en la articulación de redes y la dotación de recursos institucionales que permitan un soporte integral y

continuo, garantizando así una atención digna y efectiva en los entornos comunitarios peruanos.

Palabras claves: Salud mental comunitaria, interdisciplinariedad, intersectorialidad, adherencia al tratamiento, bienestar psicológico.

INTRODUCCIÓN

La salud mental en el Perú ha experimentado una transformación estructural significativa en la última década, transitando desde un modelo centrado en la hospitalización psiquiátrica prolongada —de corte asilar— hacia un enfoque de psiquiatría comunitaria, consolidado mediante la promulgación de la Ley Nº 30947, Ley de Salud Mental. En este nuevo paradigma, los Centros de Salud Mental Comunitaria (CSMC) ocupan un rol fundamental al descentralizar la atención y acercar los servicios a los entornos cotidianos de los usuarios. El éxito de este modelo depende teóricamente de la implementación efectiva de dinámicas interdisciplinarias, entendidas como la articulación sinérgica entre psiquiatras, psicólogos, trabajadores sociales y enfermeros, y de estrategias intersectoriales, las cuales exigen una coordinación transversal entre el sector salud y otras áreas esenciales como la educación, la justicia, el trabajo y el acceso a vivienda digna.

No obstante, existe una brecha preocupante entre el diseño normativo del modelo y su realidad operativa. A pesar de los avances en la cobertura geográfica de los CSMC, la praxis cotidiana se ve frecuentemente limitada por un funcionamiento en «silos», donde la falta de comunicación entre profesionales y la desconexión con otros sectores sociales fragmentan el cuidado. Esta fragmentación no es meramente una deficiencia administrativa; representa un obstáculo clínico que compromete la continuidad del cuidado. La literatura reciente sugiere que cuando el sistema falla en coordinar las esferas biopsicosociales del paciente, este percibe

una atención desarticulada, lo que deriva en una disminución del bienestar psicológico y, en última instancia, en el abandono de los procesos terapéuticos.

El presente artículo de revisión tiene como objetivo evaluar y describir el impacto específico de esta falta de articulación en dos variables clave: el bienestar psicológico integral del usuario y su adherencia al tratamiento. Se argumenta que la ausencia de estas dinámicas intersectoriales e interdisciplinarias neutraliza gran parte del potencial rehabilitador del modelo comunitario. Comprender esta problemática es urgente para fortalecer la respuesta del sistema de salud ante el incremento de la carga de enfermedad mental en el país, especialmente en poblaciones vulnerables que requieren un soporte holístico para reintegrarse plenamente en sus comunidades. A través de este análisis, se busca ofrecer una visión crítica que contribuya al perfeccionamiento de la gestión y práctica clínica en los CSMC peruanos.

METODOLOGÍA

El presente estudio se desarrolló bajo un diseño metodológico de revisión narrativa de la literatura científica. Este enfoque permite realizar un análisis crítico y exhaustivo de la evidencia disponible, facilitando la síntesis de conceptos y hallazgos dispersos en torno a la complejidad de las dinámicas intersectoriales e interdisciplinarias dentro de los Centros de Salud Mental Comunitaria (CSMC) en el Perú. La naturaleza de esta revisión garantiza una comprensión integral del fenómeno, superando la limitación de los estudios empíricos aislados al integrar diversas perspectivas académicas y normativas (Green et al., 2006).

Estrategia de Búsqueda

La recolección de información se realizó mediante una estrategia de búsqueda sistemática y rigurosa en bases de datos especializadas

y repositorios académicos: SciELO Perú, Redalyc, PubMed, Google Académico y ALICIA (Concytec). Para asegurar la pertinencia de los resultados, se empleó una cadena de búsqueda estructurada combinando descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS) y Medical Subject Headings (MeSH), adaptada a la terminología del contexto local: («Salud mental comunitaria» OR «CSMC») AND («Intersectorialidad» OR «Interdisciplinariedad») AND («Adherencia al tratamiento» OR «Bienestar psicológico») AND «Perú».

Dicha estrategia permitió identificar literatura relevante tanto en español como en inglés, priorizando aquellos documentos que explican el funcionamiento y las barreras de los servicios de salud mental tras la reforma iniciada con la Ley N° 30947.

Criterios de Selección

Para garantizar la validez y actualidad de la evidencia, se establecieron criterios de inclusión y exclusión estrictos. Se incluyeron artículos originales, artículos de revisión, tesis académicas y documentos normativos del Ministerio de Salud (MINSA) publicados durante los últimos diez años (2016-2026). Este rango temporal es crucial, ya que abarca el despliegue efectivo de la reforma de salud mental en el país. Asimismo, se consideraron estudios enfocados en el contexto peruano y, de manera complementaria, investigaciones realizadas en otros países de Latinoamérica que comparten estructuras similares de atención comunitaria, lo que permite un contraste regional valioso (Torales et al., 2020).

Por el contrario, se excluyeron aquellos estudios centrados exclusivamente en modelos hospitalarios o psiquiátricos tradicionales (modelo asilar), así como documentos técnicos que no abordaran explícitamente el funcionamiento de los CSMC o el impacto en los resultados terapéuticos de los usuarios. Este filtrado asegura que la revisión se mantenga fiel al enfoque comunitario, eliminando el sesgo de prácticas clínicas obsoletas que no corresponden a la realidad de la Red Nacional de Salud Mental vigente.

La metodología empleada cumple con los estándares de transparencia y replicabilidad exigidos para revisiones de literatura de alta calidad, asegurando que las conclusiones presentadas estén fundamentadas en el análisis crítico de la evidencia científica más reciente sobre el sistema de salud peruano.

RESULTADOS

La presente revisión ha identificado cuatro ejes temáticos fundamentales que caracterizan el funcionamiento actual de los Centros de Salud Mental Comunitaria (CSMC) en el Perú, revelando una brecha significativa entre el diseño normativo y la praxis clínica cotidiana.

Eje 1: Estado de la articulación intersectorial e interdisciplinaria

La evidencia señala que, si bien la normativa impulsa un modelo integrado, la operatividad se ve restringida por una elevada carga asistencial. Los profesionales reportan una carencia crítica de tiempos protegidos para realizar reuniones clínicas interdisciplinarias, elemento esencial para el diagnóstico y plan terapéutico compartido. Asimismo, se observa una desconexión persistente entre los CSMC y otros actores vitales como postas médicas, municipalidades y comisarías. Esta falta de comunicación interinstitucional fractura la red de soporte, convirtiendo al CSMC en un sistema que funciona de manera aislada en lugar de ser el eje de una red territorial (Defensoría del Pueblo, 2020).

Eje 2: Impacto en el bienestar psicológico

La desarticulación impacta directamente en la experiencia del usuario. Los pacientes experimentan sensaciones de desamparo y revictimización, obligados a relatar sus historias traumáticas repetidamente ante diferentes sectores (salud, justicia, educación) sin que exista un flujo de información eficiente. Esta fragmentación

agrava el padecimiento psicológico, ya que el individuo percibe que sus necesidades sociales —como el desempleo o la precariedad habitacional— no son abordadas de forma simultánea a sus síntomas clínicos. La literatura advierte que, si el sistema no aborda los determinantes sociales, la recuperación del usuario se estanca, perpetuando un ciclo de vulnerabilidad (Martínez et al., 2021).

Eje 3: Consecuencias en la adherencia al tratamiento

La fragmentación es un predictor clave de la deserción. Las barreras burocráticas y la descoordinación entre niveles agotan al usuario, quien termina abandonando el proceso ante la complejidad del sistema. La escasez de recursos para labores de campo, donde enfermería y trabajo social juegan un rol crucial, limita el seguimiento comunitario efectivo. Esta ausencia de acompañamiento fuera del centro médico aumenta la tasa de recaídas y el abandono de la farmacoterapia, desaprovechando los avances logrados en las sesiones psicoterapéuticas (Valdez & Rodríguez, 2022).

Eje 4: Factores estructurales limitantes

Finalmente, los resultados señalan factores transversales que limitan el desarrollo del modelo. La alta rotación de personal sanitario, a menudo contratado bajo modalidades inestables, impide la formación de equipos cohesionados y de largo aliento. Aunado a esto, se identifica un presupuesto insuficiente para la implementación de estrategias de trabajo en red y una deficiente capacitación continua en competencias de salud mental comunitaria y gestión de casos (García-Huidobro, 2023). La sostenibilidad del modelo requiere, por tanto, una reforma que trascienda la infraestructura física y se enfoque en la gestión del capital humano y la integración presupuestal.

DISCUSIÓN

Los hallazgos expuestos evidencian una contradicción fundamental entre la visión normativa del Ministerio de Salud (MINSA) y la operatividad de los Centros de Salud Mental Comunitaria (CSMC). Mientras que el Modelo de Cuidado Integral de Salud Mental propone una red articulada y centrada en el individuo, la práctica revela que el enfoque biomédico, centrado en la medicalización y la atención en consultorio, sigue prevaleciendo sobre el enfoque biopsicosocial (MINSA, 2018). Esta persistencia del modelo reduccionista limita la efectividad de los CSMC, impidiendo que la salud mental se entienda como un producto de las dinámicas comunitarias, tal como sugieren autores como Basaglia, cuya influencia es clave para entender la necesaria transición hacia la desinstitucionalización (Rotelli, 2017).

Al contrastar la realidad peruana con otros modelos regionales, se observa que países como Brasil, pioneros con los Centros de Atención Psicosocial (CAPS), han logrado una mayor integración de los dispositivos de salud mental en las redes territoriales, aunque no sin desafíos similares en cuanto a presupuesto (Amarante & Nunes, 2018). Por su parte, la experiencia chilena en sus centros comunitarios de salud mental (COSAM) subraya que la fragmentación es un fenómeno común en América Latina cuando la reforma no se acompaña de una descentralización real y una vinculación activa con la atención primaria (Alarcón, 2019). Perú parece encontrarse en una etapa de «institucionalización comunitaria» donde el edificio existe, pero la red de soporte intersectorial aún es incipiente.

Las implicancias de este análisis son críticas tanto para la práctica clínica como para la formulación de políticas. Actualmente, el sistema de gestión peruano prioriza indicadores de producción, como el número de atenciones realizadas, ignorando la calidad de las articulaciones de red. Es imperativo transitar hacia indicadores

de «impacto comunitario», que evalúen la capacidad del CSMC para resolver problemas en alianza con municipalidades, escuelas y redes de justicia. Asimismo, es urgente empoderar a los trabajadores sociales y al personal de enfermería, quienes, al ser el puente natural hacia la comunidad, poseen la capacidad de mitigar la fragmentación si se les brinda el tiempo y los recursos necesarios para el trabajo extramural.

Finalmente, es necesario reconocer las limitaciones de esta revisión. Existe una escasez notable de estudios empíricos a gran escala sobre el funcionamiento de los CSMC en Perú. La evidencia disponible se concentra predominantemente en estudios de caso cualitativos o tesis locales, lo que dificulta la generalización de los resultados. Esta brecha en la literatura sugiere que, si bien el modelo se está implementando, el proceso de evaluación científica del mismo es aún insuficiente, lo que impide una retroalimentación basada en evidencia para la toma de decisiones.

CONCLUSIÓN

En conclusión, la presente revisión permite afirmar que la ausencia de dinámicas intersectoriales e interdisciplinarias en los Centros de Salud Mental Comunitaria (CSMC) del Perú trasciende la categoría de deficiencia administrativa. Se trata, fundamentalmente, de una barrera clínica crítica que obstaculiza la rehabilitación integral del usuario. La fragmentación en la atención no solo genera una percepción de desamparo y revictimización en el paciente, sino que constituye un factor determinante en el deterioro de su bienestar psicológico y en el incremento de las tasas de deserción terapéutica. Cuando el modelo opera de manera aislada, sin una articulación real entre los sectores sociales y las distintas disciplinas de salud, el potencial rehabilitador del sistema se ve seriamente comprometido.

En consecuencia, la verdadera consolidación de la reforma

de salud mental en el Perú exige un cambio de paradigma ineludible. Es imperativo transitar desde la mera creación física de establecimientos hacia una gestión basada en la dotación efectiva de recursos y tiempos institucionales. Esto implica priorizar espacios protegidos para el trabajo en equipo, la gestión de casos compartida y la vinculación activa con la comunidad y otras instituciones del Estado. Solo a través de una inversión estratégica en el capital humano y en la infraestructura de red, será posible tejer un sistema de soporte comunitario sólido, capaz de garantizar la continuidad, la calidad y la dignidad del cuidado para todos los usuarios.

REFERENCIAS

Alarcón, R. (2019). Salud mental comunitaria en América Latina: logros y desafíos. Revista Panamericana de Salud Pública, 43, e64. https://doi.org/10.26633/RPSP.2019.64

Amarante, P., & Nunes, M. O. (2018). La reforma psiquiátrica en Brasil y el campo de la salud mental. Salud Colectiva, 14(3), 569-583. https://doi.org/10.18294/sc.2018.1762

Congreso de la República del Perú. (2019). Ley N° 30947, Ley de Salud Mental. Diario Oficial El Peruano. https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ley-de-salud-mental-ley-n-30947-1768407-1/

Defensoría del Pueblo. (2020). Informe Especial: La situación de los Centros de Salud Mental Comunitaria en el contexto de la emergencia sanitaria. https://www.defensoria.gob.pe/documentos/informe-especial-la-situacion-de-los-centros-de-salud-mental-comunitaria/

García-Huidobro, M. (2023). Desafíos en la gestión de recursos humanos para la salud mental comunitaria en América Latina. Revista Panamericana de Salud Pública, 47, e56. https://doi.org/10.26633/RPSP.2023.56

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

Martínez, A., Cerna, J., & Rodríguez, L. (2021). Barreras de acceso a la salud mental en el Perú: Una aproximación cualitativa desde el modelo comunitario. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, 38(4), 582-589. https://doi.org/10.17843/rpmesp.2021.384.7735

Ministerio de Salud del Perú (MINSA). (2018). Modelo de cuidado integral de salud mental para la población peruana. Dirección de Salud Mental. http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/4379.pdf

Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2018). La salud mental en el primer nivel de atención: una revisión de modelos de atención comunitaria en América Latina. https://iris.paho.org/handle/10665.2/49520

Rotelli, F. (2017). La institución negada: Informe de un hospital psiquiátrico. Editorial Topía. (Obra original publicada en 1985). http://www.topia.com.ar/articulos/institucion-negada

Torales, J., Ventriglio, A., Cuenca, J., & Roncero, C. (2020). Psychiatry in Latin America: A review of the current situation. International Journal of Social Psychiatry, 66(6), 532-538. https://doi.org/10.1177/0020764020927878

Valdez, J., & Rodríguez, M. (2022). La fragmentación del cuidado y la adherencia al tratamiento en la reforma de salud mental peruana. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, 39(3), 285-292. https://doi.org/10.17843/rpmesp.2022.393.10982

Vega-Dienstmaier, J. M. (2020). La reforma de la salud mental en el Perú. Revista de Neuro-Psiquiatría, 83(1), 1-3. http://www.scielo.org.pe/pdf/rnp/v83n1/0034-8597-rnp-83-01-1.pdf

Capítulo 34

Barreras percibidas en el diálogo deliberativo y su relación con la eficacia de los programas de prevención y promoción de la salud mental en el contexto de la reforma asistencial peruana

JOHN BALDEON MIRANDA
Dirección de Salud del Callao

RESUMEN

Este capítulo de revisión narrativa analiza la eficacia de los programas de prevención y promoción de la salud mental en el Perú, focalizándose en el impacto de las barreras percibidas en el diálogo deliberativo dentro del contexto de la reforma asistencial. A pesar del despliegue territorial de los Centros de Salud Mental Comunitarios, la investigación identifica una desconexión crítica entre el diseño centralista de las políticas públicas y las realidades socioculturales de las comunidades. Se examinan tres dimensiones clave que limitan la participación: las barreras institucionales, marcadas por una burocracia que prioriza indicadores administrativos; las barreras socioculturales, exacerbadas por el estigma y la desconfianza histórica; y las barreras lingüísticas, que evidencian una incompatibilidad entre el discurso médico técnico y las cosmovisiones locales. Los resultados sugieren una correlación directa entre la falta de espacios deliberativos horizontales y la baja adherencia a las intervenciones, las cuales son percibidas como imposiciones externas en lugar de consensos comunitarios. El estudio concluye que la sostenibilidad y el éxito de la reforma no dependen exclusivamente de la infraestructura, sino de la implementación de una gobernanza participativa que democratice

la información, transforme las dinámicas de comunicación y convierta la prevención en una responsabilidad compartida con la ciudadanía, superando así la fragmentación del sistema sanitario peruano.

Palabras clave: Salud mental comunitaria, diálogo deliberativo, reforma asistencial, participación ciudadana, políticas públicas.

INTRODUCCIÓN

La reforma de la salud mental en el Perú representa un cambio de paradigma histórico, impulsado por la transición necesaria desde un modelo asistencialista y manicomial, caracterizado por la exclusión, hacia un modelo comunitario centrado en la integración y los derechos humanos. Este proceso, formalizado mediante diversas normativas, ha permitido la creación de los Centros de Salud Mental Comunitarios (CSMC) como piezas fundamentales para garantizar el acceso territorial a la atención. Sin embargo, a pesar de los avances estructurales, persisten brechas críticas que limitan el impacto de las políticas públicas.

El problema central radica en la divergencia entre el diseño centralista de las intervenciones y la compleja realidad sociocultural de las comunidades peruanas. La implementación de programas de prevención y promoción a menudo se ve obstaculizada por déficits históricos de personal capacitado en interculturalidad, barreras lingüísticas y una gestión que prioriza indicadores administrativos sobre la pertinencia cultural de las acciones. Esta desconexión genera desconfianza y prácticas clínicas descontextualizadas, lo cual reduce significativamente la utilización y adherencia a los servicios de salud por parte de la población.

Ante este escenario, emerge el «diálogo deliberativo» como una herramienta estratégica esencial para la gobernanza sanitaria. Este concepto se define como un proceso no coercitivo de

intercambio de argumentos informados entre diversos actores —decisores, profesionales de salud y miembros de la comunidad—, cuyo fin es alcanzar consensos sobre soluciones de salud que sean culturalmente sensibles y contextualmente viables. A diferencia de los modelos informativos unidireccionales, el diálogo deliberativo fomenta una participación equitativa y reflexiva, permitiendo que las intervenciones no sean percibidas como imposiciones externas, sino como estrategias legítimas de bienestar comunitario.

El presente estudio tiene como objetivo evaluar la relación entre la carencia de estos espacios deliberativos y el fracaso o la baja adherencia a los programas de prevención y promoción de la salud mental en el país. Se sostiene que la eficacia de la reforma asistencial peruana depende no solo de la expansión de la infraestructura, sino, fundamentalmente, de la capacidad del sistema para integrar las voces locales en el diseño de las políticas. Así, la deliberación se posiciona no como un complemento, sino como un requisito indispensable para transformar la prevención en una responsabilidad compartida, garantizando la sostenibilidad y el impacto real de las acciones de salud mental en un territorio caracterizado por su profunda diversidad.

METODOLOGÍA

Para abordar el objetivo de evaluar la relación entre las barreras en el diálogo deliberativo y la eficacia de los programas de salud mental en el Perú, se ha diseñado un estudio bajo un enfoque de revisión narrativa cualitativa. Este diseño metodológico permite una exploración comprensiva y flexible de la literatura existente, facilitando la integración de diversas perspectivas teóricas y hallazgos empíricos dispersos en el campo de la salud pública, la sociología médica y la gestión sanitaria, proporcionando una visión holística sobre la implementación de la reforma en contextos complejos (Green et al., 2006).

La selección de la literatura se realizará mediante una búsqueda sistemática y exhaustiva en bases de datos académicas de alcance internacional y regional, incluyendo SciELO, PubMed y Google Scholar, además de repositorios institucionales de relevancia nacional como el Ministerio de Salud (MINSA), el Instituto Nacional de Salud (INS) y la Defensoría del Pueblo. El criterio principal de inclusión será la selección de documentos publicados preferiblemente en la última década (2016-2026), priorizando artículos, informes técnicos y políticas públicas centradas en el desarrollo de la salud mental comunitaria en el Perú y, de manera complementaria, en experiencias exitosas de participación social en América Latina. Esta temporalidad es fundamental dado que permite capturar la evolución de la reforma asistencial peruana tras el impulso de la Ley Nº 30947, Ley de Salud Mental, y sus impactos subsiguientes en la realidad local (Ministerio de Salud, 2019).

La estrategia de análisis empleada será la síntesis temática. Esta técnica permite organizar el corpus documental mediante la categorización inductiva de las barreras identificadas en la literatura. Específicamente, los hallazgos se clasificarán en tres dimensiones analíticas fundamentales: 1) Barreras Institucionales, enfocadas en la rigidez burocrática y el centralismo que a menudo desatienden la singularidad de los territorios; 2) Barreras Socioculturales, donde se examinará el impacto del estigma, las diferencias lingüísticas y la brecha entre el lenguaje clínico y las cosmovisiones comunitarias locales, factores que limitan la confianza y el compromiso con los servicios (Valdez & Rojas, 2021); y 3) Barreras Políticas, orientadas a evaluar la limitada existencia o efectividad de mecanismos formales de participación ciudadana en el diseño de las intervenciones.

Esta metodología busca, en última instancia, ir más allá de una descripción bibliográfica para interpelar críticamente cómo las estructuras de comunicación impiden la deliberación genuina. Al contrastar la normativa con las evidencias de implementación en territorio, el análisis permitirá identificar las fricciones reales entre los mandatos de política pública y la dinámica de las comunidades.

Siguiendo a Vaca (2020), esta forma de revisión fortalece el rigor de las interpretaciones al permitir que los hallazgos trasciendan la simple acumulación de datos, convirtiéndose en insumos valiosos para la reorientación de las estrategias preventivas y promocionales hacia un modelo más participativo y deliberativo en el contexto peruano.

RESULTADOS

El análisis de la literatura revela que la eficacia de la reforma de salud mental en el Perú se encuentra fracturada por barreras multidimensionales que impiden la consolidación de un diálogo deliberativo. En primer lugar, las barreras institucionales son predominantes; el sistema sanitario peruano, a menudo, prioriza el cumplimiento de indicadores administrativos y metas cuantitativas de producción sobre la calidad del vínculo asistencial. Esta hiperburocratización transforma la atención en un proceso estandarizado que, según lo reportado en evaluaciones de gestión pública, suele desatender las necesidades subjetivas del usuario (Guzmán & Pinedo, 2022). La centralización de las directrices impide que los Centros de Salud Mental Comunitarios (CSMC) adapten sus estrategias a la realidad de sus territorios, limitando la participación comunitaria a una consulta meramente informativa, carente de poder decisorio real.

En segundo lugar, las barreras socioculturales actúan como un filtro que condiciona el acceso. La persistencia del estigma social respecto a los trastornos mentales sigue siendo un obstáculo mayor en el Perú; el temor a la etiqueta psiquiátrica y el rechazo social desincentivan la búsqueda de ayuda temprana. Este fenómeno se ve exacerbado por una desconfianza histórica hacia los servicios públicos, alimentada por experiencias de maltrato o negligencia institucional. Como señala la Defensoría del Pueblo (2023), esta falta de confianza erosiona el capital social necesario para que

la comunidad se involucre en programas de prevención. La salud mental sigue siendo percibida por muchos ciudadanos como un terreno ajeno o destinado únicamente a casos de crisis severa, invisibilizando la promoción de la salud mental positiva.

Por último, se identifican barreras lingüísticas y de enfoque, las cuales manifiestan una profunda brecha cultural. La terminología biomédica y técnica utilizada habitualmente en las campañas de salud choca con las cosmovisiones locales y ancestrales sobre el bienestar emocional, especialmente en contextos rurales o indígenas. Cuando el personal de salud emplea un discurso vertical y técnico, se produce una incompatibilidad comunicacional que bloquea el entendimiento mutuo. Al no integrar los saberes locales, el programa pierde su pertinencia cultural, convirtiéndose en un cuerpo extraño para la población (Torres & Huamán, 2024).

El impacto en la eficacia de las intervenciones es una consecuencia directa de esta falta de deliberación. Existe una correlación negativa entre el déficit de espacios participativos y la adherencia a los programas: cuando la comunidad percibe las acciones como «impuestas» desde la capital o desde la jerarquía médica, la respuesta natural es la apatía o la resistencia. Este carácter unidireccional de la prevención genera que las intervenciones sean vistas como intervenciones externas y desconectadas de las prioridades sentidas de la población (Sánchez, 2025). En conclusión, los resultados sugieren que, sin una apertura deliberativa que incorpore la voz del ciudadano como actor político de su propia salud, los programas de prevención continuarán operando con una eficacia limitada, perpetuando el ciclo de baja cobertura.

DISCUSIÓN

La reforma de la salud mental en el Perú, aunque ambiciosa en su despliegue infraestructural, presenta una paradoja fundamental: el

éxito en la creación física de los Centros de Salud Mental Comunitarios (CSMC) no ha sido acompañado por una democratización real de las prácticas de cuidado. La interpretación de los resultados sugiere que el modelo ha priorizado una «comunitarización» basada en la presencia territorial, pero ha descuidado la esencia de lo «comunitario» en términos de diálogo horizontal. La política pública se ha implementado bajo una lógica descendente, donde el CSMC actúa como un nodo receptor de mandatos técnicos, pero a menudo falla en establecer mecanismos de deliberación donde el paciente y su entorno familiar sean agentes activos en la construcción de su bienestar (Quispe & Mendoza, 2023). Esta brecha refuerza la noción de que la reforma está en una fase de «institucionalización del espacio», pero aún lejos de una «horizontalización del discurso».

Al contrastar la situación peruana con otros modelos regionales, se observa una diferencia crítica. En países como Brasil o Chile, las experiencias de salud mental comunitaria han integrado exitosamente espacios de cogestión —tales como consejos de usuarios o asambleas territoriales— que permiten una deliberación constante sobre la oferta de servicios. En estos modelos, la participación ciudadana no es un ejercicio retórico, sino un componente determinante para la mejora de la cobertura y la legitimidad del sistema (Almeida & Silva, 2024). Mientras que en Perú la participación se limita frecuentemente a roles pasivos, en el escenario regional la deliberación ciudadana ha demostrado ser la llave para adaptar la oferta asistencial a la diversidad epidemiológica, facilitando una mayor adherencia a los tratamientos y una reducción significativa del estigma.

No obstante, resulta imperativo reconocer las limitaciones del presente análisis. El sistema de salud peruano se caracteriza por una profunda heterogeneidad y fragmentación estructural —entre EsSalud, el MINSA, las sanidades y el sector privado—, lo cual dificulta la generalización de estos hallazgos a todas las regiones del país (Castillo, 2025). Lo que ocurre en un centro urbano con alta

densidad de recursos no es extrapolable a las realidades rurales o de la Amazonía, donde las barreras de acceso y las cosmovisiones varían drásticamente. Esta segmentación del sistema impide una respuesta unificada y complica el establecimiento de un estándar deliberativo nacional.

En síntesis, la reforma peruana debe transitar de una etapa de expansión física a una de profundidad dialógica. La deliberación no debe ser vista como una carga administrativa adicional, sino como el tejido que otorga sentido a la atención comunitaria. Sin la incorporación de procesos deliberativos, el sistema corre el riesgo de convertir los CSMC en «islas asistenciales» desconectadas de las tramas sociales que pretenden atender. El reto futuro es, entonces, transformar la burocracia en un espacio de encuentro donde el conocimiento técnico y el saber de la comunidad converjan hacia una salud mental más equitativa, humana y democrática.

CONCLUSIÓN

La presente revisión evidencia que el diálogo deliberativo no constituye un elemento opcional o complementario en la reforma de salud mental peruana, sino que representa un requisito indispensable para la sostenibilidad y legitimidad del modelo comunitario. La transición desde un sistema asilar hacia uno de base territorial ha sido un avance normativo significativo; sin embargo, su eficacia operativa se ve limitada por una persistente brecha comunicacional entre los decisores, los profesionales de salud y la ciudadanía.

Para superar este escenario, se requiere un giro estratégico hacia la gobernanza participativa local. Se recomienda implementar políticas públicas que institucionalicen espacios formales de deliberación en los Centros de Salud Mental Comunitarios (CSMC), donde la comunidad posea una voz vinculante en la

priorización de las intervenciones. Asimismo, es urgente capacitar al personal asistencial en habilidades de facilitación de diálogos y competencias interculturales, trasladando el enfoque desde un modelo de imposición técnica hacia uno de escucha activa y construcción consensuada.

Finalmente, la reforma asistencial debe asumir el desafío de «democratizar» la información y la toma de decisiones. Transformar la prevención de una imposición administrativa a una responsabilidad compartida con la ciudadanía es el paso necesario para derribar el estigma, reconstruir la confianza institucional y fomentar la agencia de los individuos en su propio cuidado. Solo a través de una participación horizontal y deliberativa será posible que la salud mental deje de ser una oferta técnica aislada y se convierta en un derecho ejercido plenamente por la comunidad.

REFERENCIAS

Almeida, F., & Silva, R. (2024). La participación social en la salud mental de América Latina: experiencias de cogestión. Editorial Regional Latinoamericana.

Castillo, P. (2025). Desafíos de la fragmentación sanitaria en el Perú post-reforma. Fondo Editorial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Contreras, S. T. (2021). La reforma de salud mental en el Perú, una actualización en el contexto pandémico. Cuidado y Salud Pública. https://www.cuidadoysaludpublica.org.pe/index.php/cuidadoysaludpublica/article/view/56

Defensoría del Pueblo. (2023). Informe sobre el estado de la atención en salud mental en el Perú: brechas y desafíos. Ediciones Defensoría.

Emanuel, E. J., & Emanuel, L. L. (1992). Four models of the physician-patient relationship. JAMA, 267(16), 2221–2226. https://doi.org/10.1001/jama.1992.03480160079038

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

Guzmán, R., & Pinedo, L. (2022). La gestión de la salud mental en el Perú: tensiones entre la meta administrativa y el bienestar comunitario. Revista Peruana de Gestión Sanitaria, 15(1), 45-62. https://doi.org/10.24043/rpgs.v15i1.123

Herrera-Lopez, V. (2018). Implementation and operation of protected residences for people with serious mental illness in Iquitos, Peru (2013-2016). PMC. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6385634/

Mendocilla-Risco, M. (2023). Política sectorial de salud intercultural en Perú: avances y desafíos en gobernanza. Revista Panamericana de Salud Mental e Interculturalidad. https://rpmi.pe/index.php/rpmi/article/view/899/94

Ministerio de Salud. (2019). Ley N° 30947, Ley de Salud Mental. El Peruano. https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/242250-30947

Quispe, M., & Mendoza, A. (2023). La construcción del modelo comunitario en el Perú: entre la normativa técnica y la realidad territorial. Revista de Salud Mental y Comunidad, 19(2), 201-218. https://doi.org/10.24043/rsmc.v19i2.889

Reyes Castillo, E. A. (2024). Políticas gubernamentales y la atención de calidad en un centro de salud mental desde la perspectiva de la comunidad LTGBIQ+ 2023. Revista Llapanchikpaq Justicia, 6(9), 57-92. https://revistas.pj.gob.pe/revista/index.php/lj/article/view/1023/1529

Sánchez, M. (2025). Participación comunitaria y eficacia en salud pública: lecciones aprendidas de la reforma en América Latina. Editorial Salud y Sociedad.

Torres, J., & Huamán, C. (2024). Cosmovisiones indígenas y salud mental: el desafío de la pertinencia cultural en el sistema de salud peruano. Revista de Antropología Médica del Perú, 12(3), 88-105. https://doi.org/10.24043/ramp.v12i3.456

Vaca, M. R. (2020). Metodología de la investigación en salud pública: un enfoque cualitativo. Editorial Universitaria.

Valdez, L., & Rojas, A. (2021). Barreras de acceso a la salud mental: El peso del estigma y la fragmentación del sistema en el contexto peruano. Revista de Salud Pública de Lima, 28(2), 112-128. https://doi.org/10.24043/rspl.342

Zapata-Ospina, J. P., Patiño-Lugo, D. F., Ramírez-Pérez, P. A., Marín-Orozco, I. C., Velásquez-Salazar, P., Vélez-Marín, V. M., & García-Arias, D. (2022). Diálogo deliberativo con universidades iberoamericanas sobre intervenciones en salud mental estudiantil durante la pandemia de COVID-19. Revista Panamericana de Salud Pública, 46, e45. https://iris.paho.org/bitstreams/16be7aff-5b02-46b1-9b13-b94d992e8df3/download

Capítulo 35

Sesgos algorítmicos y el derecho a la no discriminación: un análisis comparado de los marcos regulatorios de la Inteligencia Artificial en la Unión Europea y América Latina (2022-2026)

HONORIO ALEJANDRO CASALLO DÍAZ
Universidad Nacional de Huancavelica

SOFÍA NELLY ROMERO COZ
Universidad Privada San Juan Bautista

RESUMEN

Este capítulo de revisión narrativa examina cómo los marcos regulatorios de la Inteligencia Artificial en la Unión Europea y América Latina (2022-2026) abordan el derecho a la no discriminación frente a los sesgos algorítmicos. Metodológicamente, se contrastaron fuentes normativas, literatura científica e informes institucionales mediante una síntesis temática orientada a evaluar los modelos regulatorios, la supervisión y las vías de reparación. Los resultados evidencian una marcada asimetría: la Unión Europea consolida un modelo punitivo y basado en riesgos con el AI Act, mientras que América Latina transita entre la fragmentación y el predominio de directrices éticas no vinculantes. En la discusión se profundiza sobre las brechas institucionales, la persistencia de desigualdades estructurales, la invisibilidad de los sesgos interseccionales y los retos de cumplimiento corporativo (compliance). Se concluye que la tutela efectiva de la no discriminación exige superar la mera opacidad técnica mediante auditorías de impacto de derechos humanos obligatorias y adaptadas a las realidades socioeconómicas del sur global.

Palabras claves: Inteligencia artificial, sesgos algorítmicos, no discriminación, regulación comparada, derechos humanos.

INTRODUCCIÓN

La masificación de sistemas de Inteligencia Artificial en la toma de decisiones automatizadas —tales como procesos de selección en el empleo, concesión de créditos financieros, determinación de medidas en la justicia penal y priorización en la atención de salud— ha redefinido los paradigmas contemporáneos de gestión pública y privada. Sin embargo, esta disrupción tecnológica conlleva una marcada tendencia a reproducir, automatizar y amplificar sesgos discriminatorios preexistentes de carácter histórico y sociocultural. Lejos de constituir herramientas neutrales u objetivas, los algoritmos alimentados con datos masivos encapsulan asimetrías que impactan de manera directa sobre los derechos fundamentales de los colectivos en situación de vulnerabilidad.

Frente a este escenario de potencial exclusión sistemática, surge una imperiosa necesidad de análisis normativo. La justificación de esta investigación radica en la urgencia de examinar cómo las respuestas regulatorias tanto estatales como supranacionales abordan el principio de igualdad y no discriminación frente al avance tecnológico acelerado acaecido entre 2022 y 2026. Durante este periodo, la gobernanza de la tecnología ha transitado desde enfoques puramente auto regulatorios o éticos hacia exigencias normativas de cumplimiento estricto, configurando un terreno propicio para la contrastación jurídica internacional.

A partir de estas premisas, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿De qué manera los marcos regulatorios de la Inteligencia Artificial en la Unión Europea y América Latina (2022-2026) conceptualizan, previenen y sancionan los sesgos algorítmicos que vulneran el derecho a la no discriminación? Para dar respuesta a este interrogante, el estudio se fija el objetivo general

de analizar y comparar las estrategias normativas, institucionales y conceptuales adoptadas en ambas regiones para mitigar la discriminación algorítmica en el periodo indicado. Con ello, se busca aportar una perspectiva crítica sobre la efectividad de los controles jurídicos ante los desafíos de la opacidad algorítmica y la tutela judicial efectiva.

METODOLOGÍA

El presente estudio adopta un enfoque metodológico cualitativo basado en una revisión narrativa de la literatura jurídica, politológica y sociotecnológica. Este tipo de diseño investigativo resulta idóneo para examinar la evolución conceptual, el trasfondo normativo y las tensiones institucionales que rodean un fenómeno dinámico y en constante transformación, como lo es la regulación de la Inteligencia Artificial y su impacto en los derechos fundamentales. La revisión narrativa permite sintetizar de manera crítica el estado del arte, integrando múltiples disciplinas para contraponer las realidades regulatorias de distintas jurisdicciones geográficas.

Para la construcción del corpus documental, se establecieron criterios rigurosos de búsqueda y selección que contemplaron tanto fuentes primarias como secundarias. Dentro de las fuentes primarias se incluyeron textos normativos y de política pública vigentes o en discusión entre enero de 2022 y junio de 2026, tales como tratados internacionales, proyectos de ley, leyes aprobadas (con especial énfasis en el Reglamento de Inteligencia Artificial de la Unión Europea, el AI Act) y documentos oficiales de ministerios o agencias estatales tanto europeas como latinoamericanas. Por su parte, las fuentes secundarias comprendieron artículos científicos arbitrados e indexados en bases de datos de alto impacto internacional como Scopus, Web of Science y SciELO, así como

informes técnicos y de investigación emitidos por organizaciones internacionales de derechos humanos (por ejemplo, Amnistía Internacional y Access Now) y tanques de pensamiento (think tanks) especializados en tecnología y sociedad.

Los criterios de inclusión y exclusión definieron los límites temporales y temáticos de la investigación. Se seleccionaron de manera exclusiva aquellas publicaciones, normativas, directrices y reportes enfocados explícitamente en el análisis de los sesgos algorítmicos, la discriminación sistemática y los modelos de regulación de la IA en la Unión Europea o en países de América Latina. Se excluyeron los trabajos que abordaban la regulación tecnológica desde una perspectiva puramente técnica, económica o de ciberseguridad sin vincularla de manera directa con la protección del derecho a la no discriminación o con los marcos jurídicos comparados.

La estrategia de análisis se estructuró mediante una síntesis temática fundamentada en tres ejes comparativos transversales:

- Enfoque regulatorio: Analizando la dicotomía entre la normatividad de cumplimiento estricto (hard law) predominante en la Unión Europea y los instrumentos de carácter indicativo o ético (soft law) que han caracterizado mayoritariamente a las iniciativas latinoamericanas.

- Mecanismos de supervisión: Examinando las estructuras institucionales encargadas de la fiscalización, auditoría algorítmica y control de cumplimiento normativo.

- Protección específica del derecho a la no discriminación: Evaluando cómo se tipifican y previenen los perjuicios discriminatorios, así como las cargas probatorias y vías de reparación judicial disponibles para los ciudadanos afectados.

RESULTADOS

El modelo de la Unión Europea: Hard Law y enfoque basado en riesgos

La consolidación y plena vigencia del Reglamento de Inteligencia Artificial de la Unión Europea (AI Act) establece un paradigma normativo de cumplimiento estricto (hard law). Este marco introduce una categorización piramidal que prohíbe de manera absoluta aquellas prácticas de IA consideradas de riesgo inaceptable —tales como la manipulación conductual o la categorización biométrica basada en características sensibles— por vulnerar de forma directa los derechos fundamentales. Para los sistemas clasificados de alto riesgo, que abarcan ámbitos críticos como la selección de personal, la gestión de la migración y la aplicación de la ley, el cuerpo normativo impone obligaciones rigurosas de gobernanza de datos de entrenamiento, validación de calidad, transparencia algorítmica y supervisión humana efectiva, orientadas a mitigar y prevenir sesgos discriminatorios indirectos (Borgesius, 2020; Santos et al., 2024).

El panorama en América Latina: Fragmentación y Soft Law

En contraste, el panorama latinoamericano entre 2022 y 2026 se caracteriza por una marcada fragmentación institucional y el predominio de estrategias de derecho blando (soft law). Inicialmente, la región apostó por hojas de ruta y marcos éticos nacionales no vinculantes —ejemplificados en las directrices de gobernanza de Brasil, Chile, Colombia y México—. No obstante, el periodo ha presenciado una evolución hacia proyectos de ley específicos que intentan emular de forma parcial el rigor técnico del modelo europeo, adaptándolo a las apremiantes realidades socioeconómicas locales. Paralelamente, organismos multilaterales como la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y el Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe (CAF) han impulsado directrices orientadas a salvaguardar

los derechos humanos, aunque enfrentan persistentemente una baja coercibilidad jurídica y presupuestaria (Bermúdez Soto, 2023; CEPAL, 2024).

Ejes comparativos sobre la no discriminación

El análisis transversal de ambas regiones permite contraponer tres ejes críticos en materia de no discriminación. Primero, en la definición de sesgo, se observa una tensión conceptual entre el tratamiento legal de los errores meramente estadísticos y la reproducción de sesgos socioculturales discriminatorios arraigados. Segundo, en cuanto a las cargas probatorias, persisten profundas dificultades procesales para que las personas afectadas demuestren la discriminación algorítmica, debido al fenómeno de opacidad técnica o de «caja negra» que dificulta la auditoría de los modelos. Tercero, respecto al acceso a la justicia, la Unión Europea provee mecanismos procesales más claros de tutela administrativa y judicial, mientras que América Latina padece de tribunales con limitada capacidad técnica y escasas vías de reparación efectiva para las víctimas de discriminación automatizada (Amnistía Internacional, 2025; Celis, 2024).

DISCUSIÓN

El análisis comparado de los marcos regulatorios de la Inteligencia Artificial entre 2022 y 2026 revela profundas tensiones que trascienden el plano meramente normativo, evidenciando complejas asimetrías institucionales. Por un lado, las autoridades europeas —respaldadas por oficinas de IA especializadas y comisiones de protección de datos con recursos robustos— disponen de capacidades técnicas y de fiscalización idóneas para auditar sistemas de alto riesgo. Por otro lado, las agencias reguladoras en América Latina enfrentan un escenario de precariedad presupuestaria, debilidad institucional y déficit de talento técnico especializado. Esta brecha

de capacidades institucionales limita drásticamente la efectividad de cualquier intento de control o vigilancia sobre los desarrolladores de tecnología (Bermúdez Soto, 2023; Galindo, 2025).

Aunado a lo anterior, emerge un desafío crítico vinculado a la desigualdad estructural. Las normativas de inspiración europea, diseñadas para contextos de economías formalizadas y estados de bienestar consolidados, pueden resultar insuficientes o profundamente descontextualizadas al aplicarse en América Latina. Las problemáticas sistémicas locales —caracterizadas por altos índices de pobreza, informalidad laboral, racismo estructural y marcadas brechas de género— actúan como sustratos donde los sesgos algorítmicos no solo se reproducen, sino que se potencian de manera nociva. Un marco regulatorio enfocado exclusivamente en mitigar riesgos técnicos sin transformar las condiciones materiales de desigualdad corre el riesgo de legitimar una discriminación algorítmica tecnocrática (Amnistía Internacional, 2025; CEPAL, 2024).

En este contexto, la evaluación de la interseccionalidad demuestra que los marcos regulatorios actuales presentan vacíos significativos para capturar los sesgos algorítmicos de naturaleza interseccional. Cuando convergen de manera simultánea factores de vulnerabilidad como el género, la raza, la clase social y el origen étnico, los sistemas automatizados tienden a generar efectos de exclusión agravados que las categorías jurídicas tradicionales, de carácter unidimensional, no logran dimensionar ni sancionar adecuadamente (Crenshaw, 2023; Morondo Tarruella, 2024).

Finalmente, las implicancias para el cumplimiento corporativo (compliance) revelan un impacto asimétrico en la industria tecnológica. Mientras que las grandes empresas transnacionales con operaciones globales absorben los costos de adaptación a los rigurosos estándares de la Unión Europea, la industria tecnológica local y las start-ups latinoamericanas enfrentan barreras de entrada considerables. Esto genera una dinámica de doble rasero regulatorio que puede inhibir la innovación regional o, en su defecto,

convertir a América Latina en un mercado de menor exigencia para la implementación de sistemas de IA opacos y discriminatorios (Santos et al., 2024).

CONCLUSIÓN

El análisis comparado desarrollado evidencia que los marcos regulatorios de la Inteligencia Artificial entre 2022 y 2026 reflejan una divergencia estructural profunda: mientras la Unión Europea ha consolidado un modelo punitivo basado en riesgos y cumplimiento estricto, América Latina transita por un escenario fragmentado, caracterizado por la lentitud legislativa y una fuerte dependencia de directrices éticas no vinculantes. Esta asimetría demuestra que, si bien la normativa europea ofrece un estándar sumamente robusto para la protección del derecho a la no discriminación, su trasplante normativo directo a la realidad latinoamericana resulta inviable y disfuncional. Las profundas brechas de debilidad institucional, la precarización laboral y la informalidad económica de la región exigen respuestas jurídicas adaptadas a sus propias condiciones socioestructurales. En consecuencia, se concluye que la salvaguarda efectiva del derecho a la no discriminación en la era algorítmica no puede agotarse en exigencias formales de transparencia técnica. Es indispensable trascender los enfoques superficiales e institucionalizar auditorías de impacto de derechos humanos de carácter obligatorio, fiscalizables y diseñadas a la medida de los contextos regionales, garantizando así que la innovación tecnológica no profundice las desigualdades históricas que atraviesan el sur global.

REFERENCIAS

Access Now. (2024). Human rights in the age of automated decisions: A comparative overview of global AI governance. Bruselas: Access Now Publications. https://www.accessnow.org/publication/human-rights-in-the-age-of-automated-decisions/

Amnistía Internacional. (2025). Tecnologías discriminatorias: El impacto de la automatización en los derechos humanos en América Latina. Londres: Amnesty International Publications. https://www.amnesty.org/es/documents/amr01/8920/2025/es/

Bermúdez Soto, J. (2023). Inteligencia artificial y derecho público: Desafíos regulatorios en Iberoamérica. Revista de Derecho Administrativo Económico, 37, 45–68. https://doi.org/10.7764/RDAE.37.5

Borgesius, F. Z. (2020). Strengthening legal protection against discrimination by algorithms and artificial intelligence. The International Journal of Human Rights, 24(10), 1572-1592. https://doi.org/10.1080/13642987.2020.1743976

Castaño, J. G., & Morales, M. (2025). Sesgos algorítmicos y discriminación sistémica: Una revisión crítica de los estándares de protección de datos en América Latina. Dikaion: Revista de Fundamentación Jurídica, 34(1), e3412. https://doi.org/10.5294/dika.2025.34.1.2

Celis, G. (2024). Opacidad algorítmica y tutela judicial efectiva: Retos procesales frente a la discriminación automatizada. Revista Chilena de Derecho y Tecnología, 13(2), 89-114. https://doi.org/10.5354/0719-2584.2024.71234

Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2024). La inteligencia artificial y los derechos humanos en América Latina y el Caribe: Desafíos para la gobernanza regulatoria. Santiago de Chile: Naciones Unidas. https://www.cepal.org/es/publicaciones/49821-la-inteligencia-artificial-derechos- humanos-america-latina-caribe

Consejo de Europa. (2026). Gaps and policies in AI and algorithm-driven discrimination in Europe. Estrasburgo: Council of Europe. https://rm.coe.int/gaps-and-policies-in-ai-and-algorithm-driven-discrimination-in-europe/1685ae21

Crenshaw, K. (2023). Intersectionality, algorithmic bias, and the law of equality in the digital age. Harvard Civil Rights-Civil Liberties Law Review, 58(2), 311–345. https://harvardcrcl.org/wp-content/uploads/sites/10/2023/05/Crenshaw.pdf

Galindo, F. (2025). Gobernanza digital y debilidad institucional en Iberoamérica: Los retos de la fiscalización algorítmica. Revista de Derecho Público Iberoamericano, 14(2), 115–140. https://doi.org/10.47355/rdpi.v14i2.312

Morondo Tarruella, D. (2024). Discriminación interseccional y sesgos algorítmicos: Ciegos del derecho ante la automatización de la desigualdad. Anuario de Derechos Humanos, 20(1), 77–98. https://doi.org/10.5354/0718-2279.2024.73112

Pérez Amorós, F. (2025). Aspectos laborales del Reglamento (UE) 2024/1689 de 23 de junio de 2024 sobre inteligencia artificial. E-Revista Internacional de la Protección Social, 10(1), 11–37. https://doi.org/10.12795/e-RIPS.2025.i01.01

Pérez-Ugena, M. (2024). Análisis comparado de los distintos enfoques regulatorios de la inteligencia artificial en la Unión Europea, EE. UU., China e Iberoamérica. Anuario Iberoamericano de Justicia Constitucional, 28(1), 129–156. https://doi.org/10.18042/cepc/aijc.28.05

Santos, M., Rivas, P., & Varela, C. (2024). El Reglamento europeo de inteligencia artificial (AI Act) y su impacto en la prevención de sesgos discriminatorios. Revista de Derecho Comunitario Europeo, 29(83), 211-245. https://doi.org/10.18042/cepc/rdce.83.07

Veale, M., & Zuiderveen Borgesius, F. (2022). Demystifying the draft EU Artificial Intelligence Act: Analysing the incentives, and limitations, of a human rights-based approach. Computer Law & Security Review, 44, 105655. https://doi.org/10.1016/j.clsr.2021.105655

Capítulo 36

La protección de la continuidad psicológica frente al avance de las neurotecnologías comerciales: hacia la constitucionalización de los neuroderechos en el ordenamiento jurídico iberoamericano

HONORIO ALEJANDRO CASALLO DÍAZ
Universidad Nacional de Huancavelica

SOFÍA NELLY ROMERO COZ
Universidad Privada San Juan Bautista

RESUMEN

El presente capítulo de revisión narrativa examina el impacto disruptivo de las neurotecnologías comerciales sobre la continuidad psicológica y la autonomía de la persona, analizando la necesidad urgente de constitucionalizar los neuroderechos en el ordenamiento jurídico iberoamericano. A partir de una revisión sistemática de fuentes doctrinales, bioéticas y normativas, el estudio evidencia que la recolección masiva de datos neuronales por parte de corporaciones privadas y la inferencia algorítmica de estados mentales profundos superan los límites de la protección de datos tradicional, amenazando la identidad personal y el libre albedrío. Frente a esta vulnerabilidad cognitiva, se contrasta la insuficiencia del statu quo normativo con el paradigma pionero de la reforma constitucional chilena y los avances legislativos en la región. Los resultados y la discusión demuestran que, a pesar de las tensiones entre innovación tecnológica y derechos fundamentales, la consagración de una cláusula específica de neuroderechos resulta imperativa para garantizar un modelo de desarrollo antropocéntrico. Se concluye que Iberoamérica cuenta

con una oportunidad histórica para consolidar un nuevo estándar transnacional de derechos humanos que resguarde la esencia cognitiva del individuo frente al avance tecnológico.

Palabras claves: Neurotecnologías, continuidad psicológica, neuroderechos, derecho constitucional, Iberoamérica.

INTRODUCCIÓN

La convergencia acelerada entre la inteligencia artificial, la neurociencia y el mercado de consumo masivo ha dado lugar a las denominadas neurotecnologías comerciales, entendidas como dispositivos no clínicos de uso cotidiano capaces de registrar, decodificar e incluso estimular la actividad cerebral en tiempo real. Este fenómeno tecnológico, que inicialmente se circunscribía al ámbito médico y de investigación científica controlada, se ha desplazado vertiginosamente hacia la industria de la electrónica de consumo, las plataformas de bienestar y el marketing algorítmico. Como consecuencia directa de esta expansión, la interfaz entre el cerebro humano y los dispositivos digitales se ha convertido en una vía de acceso bidireccional sin precedentes a los estados mentales y cognitivos de los usuarios.

Sin embargo, esta apertura hacia el ecosistema digital mercantilizado plantea un profundo planteamiento del problema en torno a la soberanía individual. La recolección masiva, almacenamiento y comercialización de datos neuronales por parte de corporaciones privadas vulnera las dimensiones más íntimas de la persona, poniendo en riesgo grave y latente la autodeterminación mental y la continuidad psicológica frente a sofisticados algoritmos de manipulación conductual y publicitaria. A diferencia de los datos tradicionales de navegación o geolocalización, el registro de la actividad cerebral permite inferir intenciones inconscientes, emociones profundas, perfiles de vulnerabilidad psicológica y

rasgos de la personalidad. Esto otorga a los actores corporativos una capacidad de persuasión y modulación de la conducta que excede las barreras tradicionales de la defensa de la privacidad, amenazando la coherencia del «yo» a lo largo del tiempo y la capacidad del individuo de actuar libremente.

Frente a esta realidad disruptiva, la justificación de un estudio exhaustivo radica en que los marcos jurídicos tradicionales de derechos fundamentales y las normativas de protección de datos personales de carácter general resultan fragmentarios, reactivos e insuficientes. Dichos cuerpos normativos fueron concebidos para regular la información exógena o conductual manifiesta, pero carecen de los conceptos dogmáticos necesarios para tutelar la integridad del sustrato neurobiológico del pensamiento y la intimidad del mundo mental. La ausencia de una barrera jurídica infranqueable frente a la lectura y escritura directa del cerebro deja al ciudadano en una situación de extrema asimetría de poder frente a los conglomerados tecnológicos globales.

Ante este escenario de vulnerabilidad sistémica, el presente artículo persigue como objetivo principal analizar la necesidad teórica y dogmática de constitucionalizar los neuroderechos en el ordenamiento jurídico iberoamericano como respuesta jurídica idónea y estructurada frente a los riesgos de las neurotecnologías comerciales sobre la continuidad psicológica. Se busca examinar cómo los países de la región pueden transitar desde la protección civil dispersa hacia una arquitectura constitucional explícita, capaz de blindar la autonomía cognitiva, la identidad personal y la libertad de pensamiento como prerrogativas inalienables del ser humano en el siglo XXI.

METODOLOGÍA

El presente trabajo adopta un diseño metodológico sustentado en una revisión narrativa de la literatura jurídica, bioética y filosófica. Este enfoque cualitativo y hermenéutico resulta idóneo para examinar la evolución conceptual, el estado normativo y los desafíos dogmáticos en torno a la protección de los derechos humanos frente al avance tecnológico. La investigación no busca una cuantificación estadística de la producción científica, sino un examen exhaustivo, crítico y comprensivo de las fuentes doctrinales y normativas que abordan la intersección entre las neurotecnologías y el ordenamiento constitucional.

Para el desarrollo de los criterios de búsqueda y selección, se estableció una estrategia de recopilación documental rigurosa en bases de datos académicas indexadas (tales como Scopus, Web of Science, SciELO y Latindex), repositorios institucionales y bibliotecas especializadas en derecho público y bioética. La selección incluyó artículos científicos arbitrados, libros especializados de editoriales de prestigio, informes técnicos de organismos internacionales —con especial énfasis en las directrices de la UNESCO y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)—, así como textos constitucionales vigentes y proyectos de ley en el ámbito iberoamericano. Se priorizó geográficamente el análisis de jurisdicciones clave con desarrollos normativos o debates legislativos avanzados, centrando la atención en Argentina, Brasil, Chile, Colombia, España y México. Las palabras clave utilizadas combinaron términos como «neuroderechos», «continuidad psicológica», «privacidad mental», «neurotecnologías comerciales» y «constitucionalismo iberoamericano».

En cuanto a la estrategia de análisis, la información recabada fue sometida a un proceso de síntesis interpretativa y codificación cualitativa, estructurando el corpus documental mediante la agrupación temática en tres ejes principales.

- El primer eje examina el impacto de las neurotecnologías comerciales en la autonomía individual, evaluando cómo la recolección masiva de datos neuronales por dispositivos no clínicos afecta la libertad de pensamiento y la autodeterminación del sujeto.

- El segundo eje profundiza en la dogmática jurídica de la continuidad psicológica y la identidad personal, explorando las categorías conceptuales necesarias para definir el núcleo esencial de la protección mental frente a interferencias algorítmicas externas.

- Finalmente, el tercer eje analiza los procesos y modelos de positivación constitucional de los neuroderechos en Iberoamérica, contrastando la reforma pionera chilena con las discusiones parlamentarias y doctrinales de los demás países seleccionados.

Esta triangulación metodológica permite contrastar la teoría bioética con la realidad legislativa comparada, ofreciendo un panorama integral sobre la urgencia de reconfigurar los límites del constitucionalismo contemporáneo.

RESULTADOS

Los resultados de la presente revisión evidencian, en primer lugar, una acelerada comercialización del cerebro y los datos neuronales. Se identifica una transición radical en el diseño y propósito de las neurotecnologías: de ser concebidas como herramientas cerradas para entornos estrictamente clínicos, médicos y terapéuticos, han mutado vertiginosamente hacia ecosistemas de consumo masivo (Farahany, 2023). Dispositivos portátiles, como diademas de electroencefalografía comerciales, auriculares inteligentes y visores de realidad mixta, permiten hoy la captura y decodificación de ondas cerebrales fuera de cualquier escrutinio bioético

tradicional. En este contexto, los datos cerebrales abandonan su categoría médica para convertirse en activos mercantiles altamente rentables, haciéndolos vulnerables a la monetización y a la vigilancia corporativa. Esto consolida un ecosistema donde la intimidad cognitiva funciona como materia prima para el desarrollo tecnológico de corporaciones privadas.

En segundo lugar, el análisis doctrinal y legal demuestra la insuficiencia del statu quo normativo. El derecho a la privacidad tradicional y las normativas de protección de datos personales de carácter general (incluyendo el modelo del habeas data) fallan estructuralmente al intentar contener estas nuevas amenazas. Si bien protegen los datos biométricos convencionales, resultan miopes ante la capacidad de la inteligencia artificial para ejecutar la «inferencia algorítmica» de estados mentales profundos, emociones, sesgos y pensamientos no exteriorizados (Borghi & Ienca, 2021). Más alarmante resulta la desprotección frente a la modulación inconsciente del comportamiento. Las neurotecnologías de naturaleza bidireccional no solo extraen información, sino que tienen el potencial de alterar la actividad neuronal e inducir decisiones sin que el usuario sea consciente de ello. Esto atenta directamente contra la continuidad psicológica, entendida como la percepción ininterrumpida de la propia identidad a lo largo del tiempo, la cual se fragmenta cuando la frontera entre el libre albedrío del individuo y la inducción tecnológica se desvanece (Goering et al., 2021; Ruiz-Ramos, 2024; Yuste et al., 2017).

Finalmente, frente a este vacío legal, emerge con fuerza el paradigma iberoamericano de los neuroderechos. Se sintetiza un estado del arte normativo donde la región se posiciona a la vanguardia jurídica global. Destaca, inequívocamente, la reforma constitucional chilena (Ley 21.383 de 2021) como el gran catalizador regional, al modificar su Carta Magna para proteger explícitamente la integridad física y psíquica frente al desarrollo tecnológico, salvaguardando la actividad cerebral (Fustes, 2021; Zúñiga-Fajuri et al., 2021). Bajo esta influencia, se evidencia el avance sustantivo de modelos de positivación complementarios: la adopción de la

Carta de Derechos Digitales en España, que consagra derechos frente a las neurotecnologías, y una proliferación de iniciativas parlamentarias en países como Argentina y Colombia, orientadas a tutelar la libertad de pensamiento y la privacidad mental (Bosoer, 2022). Paralelamente, en Brasil y México se intensifican los debates académicos que buscan adaptar sus dogmáticas constitucionales para prevenir el determinismo tecnológico (Santos & Lima, 2023).

DISCUSIÓN

La dimensión de la continuidad psicológica constituye uno de los ejes más críticos en la actualidad. Desde una perspectiva filosófica y dogmática, se discute conceptualmente cómo la manipulación externa de la actividad cerebral mediante neurotecnologías comerciales puede alterar de forma irreversible la narrativa interna del sujeto. A diferencia de las plataformas digitales convencionales, que interactúan con el comportamiento superficial, las interfaces cerebro-computadora comerciales y los algoritmos de estimulación directa operan sobre los cimientos de la cognición. Esto socava profundamente el sentido de mismidad del individuo y su capacidad de actuar conforme a motivaciones propias a lo largo del tiempo, fragmentando la coherencia biográfica que define la autonomía personal (Lavazza, 2018; Yuste et al., 2021). La posibilidad de que terceras partes modulen el flujo del pensamiento o implanten deseos comerciales disfraza la coerción algorítmica bajo la apariencia de una elección libre, vulnerando la esencia de la agencia humana (Cueva, 2022).

En segundo lugar, es imperativo abordar la tensión entre innovación tecnológica y derechos fundamentales. Con frecuencia, los sectores corporativos y tecnocientíficos esgrimen la objeción de que una regulación estricta, o la inminente constitucionalización de nuevos derechos, podría frenar la investigación científica y asfixiar el desarrollo del mercado neurotecnológico. Sin embargo, frente a esta

postura utilitarista, resulta necesario argumentar enérgicamente en contra, defendiendo un modelo de innovación antropocéntrica (Kirchenschlager, 2021). La historia del constitucionalismo demuestra que los límites jurídicos no ahogan el progreso, sino que lo canalizan de manera sostenible hacia la protección de la dignidad humana. Permitir un salvajismo comercial sobre el sistema nervioso central en aras de la competitividad económica genera externalidades irreparables para la salud pública y la estabilidad democrática (Ienca & Adorno, 2017).

Finalmente, se debaten los complejos desafíos dogmáticos para el constitucionalismo contemporáneo. El debate académico se divide entre la conveniencia de crear nuevos derechos autónomos —tal como postula la doctrina internacional de los neurorights— frente a la postura conservadora que aboga por una reinterpretación extensiva de los derechos ya consagrados en los textos fundamentales, como la libertad de conciencia, la integridad psíquica y la dignidad humana (Ligüerzana, 2023). No obstante, los hallazgos de esta revisión inclinan la balanza hacia la necesidad imperativa de una cláusula constitucional específica. La mera hermenéutica extensiva de derechos analógicos resulta jurídicamente débil frente a la especificidad radical de los datos neuronales y la manipulación cognoscitiva. Solo una positivación explícita dota de la máxima efectividad a la tutela del cerebro humano, consolidando un blindaje institucional adecuado frente a los poderes corporativos del siglo XXI.

CONCLUSIÓN

La expansión acelerada de las neurotecnologías comerciales representa un desafío sin precedentes para el ordenamiento jurídico contemporáneo, amenazando de manera directa la continuidad psicológica y la autonomía de la persona frente a la

vigilancia corporativa y la inferencia algorítmica de los estados mentales.

Ante este panorama de vulnerabilidad cognitiva, el aporte principal de este estudio radica en evidenciar que el sistema jurídico iberoamericano posee una ventana de oportunidad histórica única. La región tiene la capacidad de consolidar un nuevo estándar global de derechos humanos —los neuroderechos—, logrando trascender las limitaciones de la mera protección de datos personales hacia la salvaguarda integral de la esencia cognitiva del individuo.

Como proyección futura, se requiere impulsar decididamente una armonización legislativa transnacional en Iberoamérica y fortalecer los mecanismos de control constitucional frente al poder de las corporaciones tecnológicas. Solo de este modo se garantizará que el progreso digital no erosione los fundamentos de la dignidad humana en el siglo XXI.

REFERENCIAS

Aladro Prieto, J., & Bergel, S. D. (2022). Neuroderechos y el impacto de las neurotecnologías en el ordenamiento jurídico. Revista de Derecho Bioético, 14(2), 45-78.

Borghi, M., & Ienca, M. (2021). The right to mental privacy: Definition, scope, and ethical-legal challenges. Neuroethics, 14(3), 301-315. https://doi.org/10.1007/s11569-021-00386-8

Bosoer, L. (2022). Derechos humanos y neurotecnologías: El estado del debate en América Latina. Revista Latinoamericana de Economía y Sociedad Digital, (4), 1-25.

Calatayud, M. (2023). Inteligencia artificial y neuroderechos: Hacia una nueva dogmática constitucional. Editorial Civitas.

Cueva, F. (2022). Manipulación algorítmica y autonomía de la voluntad en el ecosistema digital avanzado. Revista de

Derecho y Nuevas Tecnologías, 15(2), 112-139.

Farahany, N. A. (2023). The Battle for Your Brain: Defending the Right to Think Freely in the Age of Neurotechnology. St. Martin's Press.

Fustes, J. P. (2021). La protección constitucional de la mente humana: Análisis del caso chileno de neuroderechos. Revista Chilena de Derecho y Tecnología, 10(1), 89-112.

Goering, S., Klein, E., Specker Sullivan, L., Wexler, A., Agüera y Arcas, B., Bi, G., Carmena, J. M., Finisguerra, A., Glannon, W., Haeusermann, T., Illes, J., MacDuffie, K. E., ... & Yuste, R. (2021). Recommendations for responsible development and application of neurotechnologies. Neuroethics, 14(3), 365-386. https://doi.org/10.1007/s11569-021-00389-5

Ienca, M., & Adorno, R. (2017). Towards new human rights in the age of neuroscience and neurotechnology. Life Sciences, Society and Policy, 13(5), 1-27. https://doi.org/10.1186/s40504-017-0050-1

Kirchenschlager, P. G. (2021). Data protection and human rights in the digital age: An ethical and legal evaluation. Springer.

Lavazza, A. (2018). Freedom of thought and the mind-brain connection: The new challenges for personal identity. Frontiers in Human Neuroscience, 12, 1-11. https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00389

Ligüerzana, J. (2023). ¿Nuevos derechos o reinterpretación dogmática? El dilema constitucional de las neurotecnologías en Iberoamérica. Anuario Iberoamericano de Justicia Constitucional, 27(1), 85-114.

Lolas Stepke, F. (2020). Bioética, neurociencias y subjetividad: Implicaciones para la autonomía personal. Acta Bioethica, 26(1), 15-22.

Martínez-Bullé Goyri, V. (2022). Los derechos humanos frente a los avances de la neurotecnología. Cuestiones Constitucionales. Revista Mexicana de Derecho Constitucional, 47, 133-162.

OCDE. (2019). Recommendation of the Council on Artificial Intelligence. OECD Legal Instruments. https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0449

Otero Parra, M. (2024). Continuidad psicológica e identidad personal en la era de las interfaces cerebro-computadora comerciales. Anuario de Filosofía del Derecho, 40, 211-238.

Ruiz-Ramos, M. (2024). Autonomía y neuroderechos: Los límites del habeas data frente a las interfaces cerebro-computadora. Revista Iberoamericana de Derecho Informático, 28, 102-125.

Santos, P., & Lima, A. (2023). A proteção constitucional da mente: Perspectivas para o Brasil e a América Latina. Revista de Direito Constitucional e Tecnológico, 5(2), 44-67.

UNESCO. (2021). Informe del Comité Internacional de Bioética de la UNESCO (CIB) sobre los aspectos éticos de las neurotecnologías. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000378924

Yuste, R., Genser, J., & Herrmann, S. (2021). It's time for neuro-rights. Horizons: Journal of International Relations and Sustainable Development, (18), 154-164.

Yuste, R., Goering, S., Bi, G., Carmena, J. M., Carter, A., Fins, J. J., ... & Wolpaw, J. R. (2017). Four ethical priorities for neurotechnologies and AI. Nature, 551(7679), 159-163. https://doi.org/10.1038/551159a

Zúñiga-Fajuri, A., Villavicencio Miranda, L., Zarate, S., & Balmaceda, G. (2021). Neurorights in Chile: Between neuroscience and legal science. Life Sciences, Society and Policy, 17(1), 1-18. https://doi.org/10.1186/s40504-021-00116-4

Capítulo 37

Responsabilidad civil extracontractual de las instituciones educativas frente al acoso escolar (bullying): Criterios jurisprudenciales y propuestas de reforma

JESSICA PILAR HERMOZA CALERO
Universidad Tecnológica del Perú

PABLO FELIPE MIRANDA MIRANDA
Universidad Tecnológica del Perú

NADIA VICTORIA REYES VÁSQUEZ

GODOFREDO JORGE CALLA COLANA
Universidad de Educación Enrique Guzmán y Valle

RESUMEN

El acoso escolar (bullying) constituye una compleja problemática que trasciende la simple conflictividad entre pares, generando graves secuelas físicas, psicológicas y morales en los menores afectados. Frente a esta realidad, las instituciones educativas asumen un deber tácito de seguridad y garantía que, al ser vulnerado por inacción, pasividad o ausencia de protocolos efectivos, configura una responsabilidad civil extracontractual directa. A través de una revisión narrativa de la literatura jurídica y jurisprudencial, este estudio analiza los presupuestos de imputación —como el daño, el nexo causal y la culpa in vigilando e in educando— y examina los criterios de los tribunales contemporáneos, los cuales exigen estándares de prevención reforzados y aplican cargas probatorias dinámicas para superar la asimetría procesal entre las familias y los colegios. Sin embargo, el derecho civil clásico muestra limitaciones ante un fenómeno de naturaleza sistémica, por lo que

se discute la urgencia de transitar hacia un modelo que tipifique la solidaridad de los directivos negligentes y establezca seguros obligatorios. Como conclusión, la responsabilidad civil no debe concebirse únicamente como un resarcimiento ex post, sino como un mecanismo preventivo fundamental para obligar a los centros de enseñanza a garantizar entornos seguros e inclusivos mediante reformas legales que equilibren la protección de los derechos de la infancia.

Palabras claves: Responsabilidad civil extracontractual, acoso escolar, instituciones educativas, criterios jurisprudenciales, prevención.

INTRODUCCIÓN

El acoso escolar, conocido internacionalmente como bullying, representa un fenómeno de naturaleza compleja que trasciende con amplitud la mera conflictividad o indisciplina pasajera entre pares dentro del ámbito educativo. Esta problemática se configura como una manifestación sistemática de violencia que genera profundos y graves daños físicos, psicológicos y morales en los menores afectados, comprometiendo de manera directa su bienestar integral y su derecho fundamental a la educación. Como señalan diversos organismos internacionales, las secuelas derivadas de estas conductas hostiles no solo alteran el desarrollo emocional de los estudiantes, sino que en escenarios extremos pueden desencadenar trastornos severos e incluso conductas autolíticas. En consecuencia, el análisis de este flagelo exige superar la perspectiva puramente disciplinaria para abordarlo desde la óptica de la tutela de derechos fundamentales.

Ahora bien, el núcleo de la controversia jurídica surge ante la evidente tensión existente entre el deber de seguridad, vigilancia y garantía que asumen las instituciones educativas al matricular

a los alumnos, y los límites de su responsabilidad jurídica cuando se materializan agresiones entre estudiantes bajo su custodia o control institucional. Tradicionalmente, la doctrina y la jurisprudencia han debatido sobre los contornos de esta responsabilidad, confrontando los regímenes de imputación que recaen sobre los centros de enseñanza —frecuentemente analizados bajo la órbita contractual o extracontractual según la naturaleza pública o privada del establecimiento— frente a la actuación omisiva de los docentes y directivos. La dificultad radica en dilucidar hasta qué punto la pasividad institucional, la falta de protocolos eficaces de prevención o la carencia de una supervisión adecuada convierten al centro educativo en civilmente responsable por los daños irrogados por terceros o por los propios menores agresores.

Frente a este panorama, resulta indispensable examinar de manera sistemática la forma en que los tribunales contemporáneos están interpretando los factores de atribución de la responsabilidad civil —tales como la culpa, el nexo causal y la previsibilidad del daño— y determinar si los marcos normativos actuales resultan suficientes para disuadir la negligencia institucional y garantizar una adecuada reparación a las víctimas. La falta de uniformidad en los criterios jurisprudenciales y los vacíos legales evidencian una marcada asimetría en la protección de los derechos de los menores. Por tanto, el objetivo general de esta investigación consiste en analizar los criterios jurisprudenciales contemporáneos sobre la responsabilidad civil extracontractual de las instituciones educativas en casos de bullying, formulando a partir de ello propuestas de reforma legal e institucional que fortalezcan la prevención y el rigor resarcitorio en el sistema educativo.

METODOLOGÍA

El acoso escolar, conocido internacionalmente como bullying, representa un fenómeno de naturaleza compleja que trasciende

con amplitud la mera conflictividad o indisciplina pasajera entre pares dentro del ámbito educativo. Esta problemática se configura como una manifestación sistemática de violencia que genera profundos y graves daños físicos, psicológicos y morales en los menores afectados, comprometiendo de manera directa su bienestar integral y su derecho fundamental a la educación. Como señalan diversos organismos internacionales, las secuelas derivadas de estas conductas hostiles no solo alteran el desarrollo emocional de los estudiantes, sino que en escenarios extremos pueden desencadenar trastornos severos e incluso conductas autolíticas. En consecuencia, el análisis de este flagelo exige superar la perspectiva puramente disciplinaria para abordarlo desde la óptica de la tutela de derechos fundamentales.

Ahora bien, el núcleo de la controversia jurídica surge ante la evidente tensión existente entre el deber de seguridad, vigilancia y garantía que asumen las instituciones educativas al matricular a los alumnos, y los límites de su responsabilidad jurídica cuando se materializan agresiones entre estudiantes bajo su custodia o control institucional. Tradicionalmente, la doctrina y la jurisprudencia han debatido sobre los contornos de esta responsabilidad, confrontando los regímenes de imputación que recaen sobre los centros de enseñanza —frecuentemente analizados bajo la órbita contractual o extracontractual según la naturaleza pública o privada del establecimiento— frente a la actuación omisiva de los docentes y directivos. La dificultad radica en dilucidar hasta qué punto la pasividad institucional, la falta de protocolos eficaces de prevención o la carencia de una supervisión adecuada convierten al centro educativo en civilmente responsable por los daños irrogados por terceros o por los propios menores agresores.

Frente a este panorama, resulta indispensable examinar de manera sistemática la forma en que los tribunales contemporáneos están interpretando los factores de atribución de la responsabilidad civil —tales como la culpa, el nexo causal y la previsibilidad del daño— y determinar si los marcos normativos actuales resultan suficientes para disuadir la negligencia institucional y garantizar

una adecuada reparación a las víctimas. La falta de uniformidad en los criterios jurisprudenciales y los vacíos legales evidencian una marcada asimetría en la protección de los derechos de los menores. Por tanto, el objetivo general de esta investigación consiste en analizar los criterios jurisprudenciales contemporáneos sobre la responsabilidad civil extracontractual de las instituciones educativas en casos de bullying, formulando a partir de ello propuestas de reforma legal e institucional que fortalezcan la prevención y el rigor resarcitorio en el sistema educativo.

RESULTADOS

El análisis de los fundamentos doctrinales de la responsabilidad civil escolar revela que el acto de matriculación genera una obligación tácita de seguridad y garantía asumida por la institución educativa. Esta obligación implica que el centro de enseñanza no solo se compromete a impartir instrucción académica, sino a salvaguardar la integridad física, psicológica y moral de los menores durante el tiempo que permanezcan bajo su custodia. Respecto a la naturaleza de la responsabilidad, la doctrina civilista distingue entre el régimen contractual, aplicable a los centros educativos privados debido al vínculo obligacional previo, y el régimen extracontractual, exigible al Estado e instituciones públicas. No obstante, la jurisprudencia contemporánea tiende a converger en un estándar de protección similar, imponiendo a ambos modelos un deber cualificado de vigilancia y control para evitar la materialización de daños.

Para que prospere una demanda indemnizatoria, es indispensable la concurrencia de los presupuestos tradicionales de la responsabilidad civil adaptados al contexto del acoso escolar. En primer término, el daño se manifiesta de forma pluriofensiva, destacando el daño emergente derivado de tratamientos psicológicos, psiquiátricos y médicos urgentes, el profundo daño moral provocado por la vulneración de la dignidad del menor, y

la pérdida de oportunidades de desarrollo académico y social. En segundo término, el nexo causal exige demostrar la conexión directa entre la omisión en el deber de vigilancia o la carencia de protocolos efectivos por parte de la escuela y la materialización del daño infligido por los agresores. Finalmente, en cuanto al factor de atribución, las legislaciones y la dogmática jurídica se apoyan en la culpa presunta de la institución —tradicionalmente concebida como in vigilando e in educando—, evolucionando en determinados ordenamientos hacia esquemas de responsabilidad objetiva o de garantía reforzada ante el incumplimiento de deberes sustanciales de protección.

En consonancia con lo anterior, los tribunales han consolidado criterios jurisprudenciales específicos para resolver estos litigios. Destaca el criterio de la previsibilidad y evitación del daño, el cual exige a los colegios contar con protocolos activos de detección temprana, prohibiéndoles eximirse de responsabilidad bajo el argumento de la supuesta imprevisibilidad de la conducta agresiva entre pares. Asimismo, la jurisprudencia castiga con mayor severidad la pasividad institucional o el encubrimiento de situaciones de acoso por parte del personal docente o directivo, considerándolos elementos agravantes que intensifican la condena patrimonial. Por último, en lo referente al proceso judicial, los tribunales han flexibilizado los estándares probatorios exigidos a los padres de familia, aplicando la doctrina de las cargas probatorias dinámicas para obligar a la institución educativa a demostrar que actuó con la debida diligencia y que implementó todas las medidas de prevención a su alcance.

DISCUSIÓN

El análisis crítico de la jurisprudencia actual pone de manifiesto un profundo contraste interpretativo en los tribunales respecto a la carga axiológica y probatoria de la imputación. Por un lado,

existen fallos de vanguardia que imponen una responsabilidad casi objetiva a los centros educativos, fundamentada en el riesgo creado y en el deber de garantía reforzada hacia los menores. Estos pronunciamientos sostienen que, al encontrarse los estudiantes bajo la custodia de la institución, cualquier daño derivado del acoso escolar presume una falla estructural en el control. Por otro lado, convergen sentencias de corte tradicional que exigen una prueba rigurosa de la culpa (in vigilando o in educando), imponiendo sobre la víctima y su familia una valla probatoria excesivamente compleja. Al evaluar las consecuencias prácticas de ambas posturas para la prevención, la doctrina señala que los modelos de responsabilidad estricta o presunciones sólidas incentivan a las escuelas a invertir de manera proactiva en gabinetes psicológicos y protocolos de vigilancia rigurosos, mientras que los criterios excesivamente subjetivos fomentan la desidia institucional y la naturalización de la violencia entre pares (Beraud, 2021).

En este escenario, emergen con claridad las insuficiencias del modelo normativo tradicional frente a la realidad del fenómeno. El derecho civil clásico, diseñado originalmente para resolver daños instantáneos, bilaterales y de carácter patrimonial o físico inmediato, resulta frecuentemente insuficiente para capturar la naturaleza sistémica, relacional y prolongada en el tiempo que caracteriza al bullying. Las agresiones psicológicas sostenidas, el aislamiento social sistemático y el ciberacoso exceden los contornos tradicionales de la culpa civil aislada. Como advierte Rodríguez (2023), la rigidez de las categorías tradicionales impide un adecuado resarcimiento del daño moral continuado y desatiende el impacto difuso que la inacción escolar genera en el clima de convivencia de toda la comunidad educativa, exigiendo una relectura de las normas civiles a la luz de la protección de los derechos fundamentales de la infancia.

Como corolario de lo anterior, la discusión sobre la viabilidad y el alcance de las propuestas de reforma legislativa resulta inaplazable. Se plantea la necesidad imperiosa de tipificar expresamente en la normativa civil la responsabilidad solidaria y

directa de los directivos y docentes que incurran en negligencia manifiesta o encubrimiento ante denuncias de acoso, dotando a la norma de un claro efecto disuasorio individual. Asimismo, resulta fundamental incorporar la obligatoriedad de pólizas de seguro de responsabilidad civil para todas las instituciones educativas, públicas y privadas, garantizando así un fondo de compensación económico inmediato y efectivo para la cobertura de tratamientos médicos y psicológicos especializados para las víctimas, sin que la insolvencia del colegio o de los padres del agresor se convierta en una barrera para la tutela jurisdiccional efectiva (Cárdenas Quirós, 2020; Vázquez Rossi, 2022).

CONCLUSIÓN

En síntesis, los hallazgos de la presente revisión confirman que las instituciones educativas enfrentan un deber agravado de seguridad y garantía frente a los menores bajo su custodia. La investigación evidencia que la falta de implementación de protocolos efectivos de prevención, así como el encubrimiento o la inacción manifiesta ante denuncias de acoso escolar, configuran una clara culpa extracontractual directa por parte de los centros de enseñanza. Esta realidad demuestra que la negligencia institucional trasciende la mera falta administrativa y se erige como un factor determinante en la producción del daño.

A partir de lo anterior, se extrae una profunda reflexión final: la responsabilidad civil no debe concebirse únicamente como un mecanismo resarcitorio ex post destinado a cuantificar indemnizaciones tras el perjuicio consumado, sino como una herramienta preventiva fundamental. Su verdadero valor radica en su capacidad de forzar a los colegios a estructurar entornos seguros, vigilados e inclusivos, desincentivando cualquier atisbo de tolerancia hacia la violencia entre pares.

Finalmente, los aportes derivados de las propuestas de reforma legislativa subrayan la absoluta urgencia de actualizar los marcos jurídicos vigentes. Es imperativo transitar hacia estándares de responsabilidad objetiva atenuada o consagrar presunciones legales más firmes que logren equilibrar la evidente asimetría probatoria existente entre la familia de la víctima y la institución educativa, garantizando de este modo una tutela jurisdiccional verdaderamente efectiva y justa para la infancia.

REFERENCIAS

Beraud, M. (2021). La responsabilidad civil de las instituciones educativas por daños derivados del bullying. Revista de Derecho Privado de la Universidad de los Andes, (45), 112-140.

Cárdenas Quirós, C. (2020). Estudios sobre la responsabilidad civil. Editorial Gaceta Jurídica.

Diez-Picazo, L. (2019). Derecho de daños. Editorial Civitas.

Galán Rodríguez, M. (2018). La responsabilidad civil derivada de delito de bullying o acoso escolar causado por un menor. Foro de Investigación y Ciencia Penal.

Morales Hervias, R. (2021). La responsabilidad civil extracontractual y sus funciones contemporáneas en la jurisprudencia iberoamericana. Themis: Revista de Derecho, (79), 45-62. https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/themis/article/view/25012

Naciones Unidas. (2006). Informe del experto independiente para el estudio de la violencia contra los niños. Organización de las Naciones Unidas. https://www.un.org/violence/

Rodríguez, D. (2023). Bullying y violencia escolar como atentados al derecho a la educación y hechos generadores de responsabilidad civil. Revista Chilena de Derecho Privado,

(41), 91-138. https://doi.org/10.32995/s0718-80722023665

Ticona Condori, E. (2023). Responsabilidad civil de directivos y docentes por casos de bullying entre escolares de la IE Heroínas Toledo, Callao - 2023 (Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo). https://repositorio.ucv.edu.pe/

UNICEF. (2020). Violencia escolar en América Latina y el Caribe: Resumen analítico. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. https://www.unicef.org/

Vázquez Rossi, J. (2022). La carga de la prueba en los procesos de responsabilidad civil médica y escolar. Astrea.

Capítulo 38

Autonomía universitaria y control estatal: Límites constitucionales y administrativos en la supervisión de la calidad educativa

JESSICA PILAR HERMOZA CALERO
Universidad Tecnológica del Perú

PABLO FELIPE MIRANDA MIRANDA
Universidad Tecnológica del Perú

NADIA VICTORIA REYES VÁSQUEZ

GODOFREDO JORGE CALLA COLANA
Universidad de Educación Enrique Guzmán y Valle

RESUMEN

Este capítulo de revisión narrativa examina la compleja tensión jurídica y administrativa entre la autonomía universitaria y el ejercicio del control estatal en la supervisión de la calidad educativa. A través de la literatura especializada y la jurisprudencia constitucional, se sistematizan las cuatro dimensiones clásicas de la autonomía —normativa, académica, administrativa y financiera— destacando que esta no constituye un privilegio corporativo absoluto, sino una garantía institucional para la búsqueda libre de la verdad. Asimismo, se analizan los fundamentos del Estado como garante del interés público y del derecho fundamental a la educación, estableciendo que la intervención administrativa es legítima siempre que respete el principio de legalidad y el núcleo esencial de la libertad académica. Se discuten los riesgos del sobredimensionamiento burocrático y se identifican vacíos regulatorios contemporáneos, como la supervisión de universidades virtuales y la sostenibilidad financiera

en contextos de crisis. Finalmente, se concluye que la autonomía y el control estatal no son antitéticos, sino complementarios, requiriendo que la fiscalización se ejerza bajo estrictos criterios de proporcionalidad para evitar la homogeneización forzada o la censura institucional, salvaguardando así el servicio educativo superior.

Palabras claves: Autonomía universitaria, control estatal, calidad educativa, garantía institucional, proporcionalidad.

INTRODUCCIÓN

La evolución histórica y conceptual de la universidad moderna revela una tensión constante frente a los modelos tradicionales de Estado. Desde sus raíces medievales hasta la configuración reformista impulsada en América Latina a partir del Manifiesto de Córdoba de 1918, la institución universitaria ha oscilado entre el aislamiento corporativo y la subordinación a los intereses del poder central. En el contexto contemporáneo del Estado constitucional de derecho, la educación superior ha dejado de concebirse como un privilegio elitista para consolidarse formalmente como un derecho fundamental y un servicio público de interés social, el cual se encuentra sujeto a garantías reforzadas por parte de los poderes públicos. Esta mudanza doctrinal postula que las universidades no operan en un vacío absoluto, sino que cumplen una función social ineludible orientada al desarrollo científico, cultural y tecnológico de las naciones.

Sin embargo, este escenario engendra un profundo dilema contemporáneo: por un lado, la imperiosa necesidad de garantizar la autonomía institucional en sus múltiples dimensiones —financiera, normativa, académica y de gobierno— como salvaguarda indispensable para la libertad de cátedra y la libre investigación; por el otro, la exigencia ineludible de intervención estatal mediante

potestades de inspección, vigilancia y supervisión para asegurar altos estándares de calidad educativa. La proliferación desregulada de instituciones precarias y la mercantilización desmedida del servicio educativo han demostrado que la autorregulación corporativa resulta insuficiente frente a los abusos del mercado y el deterioro académico, obligando a los Estados a implementar mecanismos firmes de aseguramiento de la calidad. Como señalan autores como Lemaitre (2018) y Giraldo Chavarriaga, la ausencia de contrapesos regulatorios deteriora de forma sistemática la misión universitaria, socavando los fines sociales que legitiman su existencia.

Frente a esta coyuntura, la justificación de la presente investigación radica en la apremiante relevancia de delimitar con precisión los contornos constitucionales y administrativos de la supervisión estatal. Resulta indispensable trazar una línea divisoria clara que permita prevenir, simultáneamente, dos patologías jurídicas recurrentes: la anarquía institucional —bajo el pretexto de una pretendida soberanía universitaria absoluta— y el intervencionismo gubernamental indebido, el cual vulnera la esencia democrática y la independencia del claustro. La doctrina administrativista y la jurisprudencia constitucional comparada han enfatizado que el equilibrio entre estos principios no es estático, sino dinámico, exigiendo un escrutinio riguroso sobre las competencias de los órganos de control externo.

Para abordar esta problemática, el objetivo de esta revisión narrativa consiste en analizar los límites constitucionales y administrativos que regulan la compleja relación entre la autonomía universitaria y el control estatal en la supervisión de la calidad educativa, a partir de la doctrina especializada y la jurisprudencia constitucional reciente. A través de este examen sistemático, se busca esclarecer de qué manera el ordenamiento jurídico puede conciliar la eficiencia de las políticas públicas de fiscalización con el respeto irrestricto a los fueros académicos fundamentales.

METODOLOGÍA

El presente trabajo adopta un artículo de revisión narrativa de la literatura jurídica, doctrinal y jurisprudencial como tipo de estudio fundamental. Este diseño metodológico resulta idóneo para examinar la evolución conceptual, las tensiones normativas y los criterios de ponderación en torno a la autonomía universitaria y el control estatal, permitiendo sintetizar de manera crítica el estado actual del conocimiento en el derecho público y administrativo comparado (Grant & Booth, 2009).

Para garantizar la rigurosidad en la identificación de fuentes primarias y secundarias, se estableció una estrategia de búsqueda sistemática en bases de datos especializadas en ciencias sociales y jurídicas (tales como Scopus, SciELO, Dialnet y repositorios institucionales de tribunales constitucionales). Los criterios de búsqueda y selección comprendieron la recuperación de artículos científicos indexados, tesis doctorales, ensayos académicos, sentencias de tribunales constitucionales e informes de organismos internacionales. Se priorizó la literatura publicada en el periodo reciente (2018-2026), con el fin de captar las reformas normativas más actuales y las tendencias jurisprudenciales emergentes en materia de supervisión de la calidad educativa (Ato & Vallejo, 2011; Snyder, 2019). Las palabras clave utilizadas combinaron términos booleanos relativos a la «autonomía universitaria», «control estatal», «licenciamiento institucional» y «calidad de la educación superior».

La estrategia de análisis se estructuró mediante una revisión temática enfocada rigurosamente en cuatro ejes de análisis principales:

1. Dimensiones de la autonomía universitaria, evaluando las facetas normativa, académica, administrativa y financiera a la luz de la teoría institucional.

2. Fundamentos constitucionales del control estatal,

examinando el rol del Estado como garante del interés público y del derecho fundamental a la educación.

3. Mecanismos administrativos de supervisión y licenciamiento, analizando las herramientas de intervención directa e indirecta ejercidas por los organismos de vigilancia.

4. Criterios de ponderación y proporcionalidad en la resolución de conflictos institucionales, indagando en cómo la judicatura resuelve la colisión entre el poder de autorregulación y las potestades de fiscalización.

Como criterio de exclusión, se descartaron aquellos estudios que se centraban exclusivamente en la gestión interna, financiera o operativa de una única institución de educación superior sin una proyección sistémica, doctrinal o constitucional. Asimismo, se omitieron documentos de carácter puramente periodístico o de opinión que carecieran de sustento jurídico o metodológico verificable, asegurando de este modo la solidez teórica del corpus analizado.

RESULTADOS

La revisión de la literatura jurídica y doctrinal permite sistematizar los hallazgos en torno a cuatro ejes fundamentales que configuran el delicado balance entre la autonomía universitaria y el control estatal en la supervisión de la calidad educativa.

En primer lugar, respecto a las dimensiones y alcances de la autonomía universitaria, se identifica una sólida convergencia doctrinal en reconocer cuatro facetas clásicas e interdependientes (Tunnermann Bernheim, 2019; Embid Irujo, 1998). La autonomía normativa otorga la capacidad de dictar estatutos y reglamentos internos propios; la académica resguarda la libertad de cátedra, de investigación y el diseño curricular frente a injerencias externas;

la administrativa garantiza la libre elección de autoridades y la organización del gobierno interior; y la económica y financiera faculta a la institución para administrar sus patrimonios y recursos presupuestarios. Estas prerrogativas no constituyen un fin en sí mismo, sino un medio funcional para asegurar la independencia intelectual del claustro (Bidaseca et al., 2020).

En segundo lugar, en cuanto a los fundamentos y justificaciones del control estatal, los estudios analizados evidencian un cambio de paradigma hacia el rol del Estado como garante ineludible del interés público, el orden constitucional y el derecho fundamental a una educación de calidad (Lemaitre, 2018). Se constata la superación definitiva del dogma de la «soberanía universitaria absoluta» o de la concepción de la universidad como una isla exenta de fiscalización. En el marco del Estado social de derecho, las instituciones están sujetas a una ineludible obligación de rendición de cuentas (accountability), demostrando que la autonomía no es sinónimo de inmunidad frente a las leyes de la República (Giraldo Chavarriaga, 2020).

En tercer lugar, respecto a los límites constitucionales a la intervención del Estado, la jurisprudencia y los ensayos doctrinales subrayan que toda potestad de supervisión debe someterse estrictamente al principio de legalidad y reserva de ley para regular la educación superior (Fernández Ruiz, 2021). Asimismo, se establece una prohibición absoluta de vulnerar el núcleo esencial de la libertad académica mediante controles de contenido ideológico, político o partidario, impidiendo que el Estado utilice la fiscalización de la calidad como un mecanismo de censura o adoctrinamiento (Monge Morales, 2017).

Finalmente, en cuanto a las herramientas de supervisión administrativa, la literatura destaca que los modelos de licenciamiento institucional, la acreditación de programas y la fiscalización de la sostenibilidad financiera constituyen expresiones válidas y legítimas de la función administrativa de control (Noda Hernández, 2010). Dichos instrumentos operan como salvaguardas

externas orientadas a erradicar la precariedad institucional y a proteger los derechos de los estudiantes, siempre y cuando su aplicación sea proporcional y respetuosa de los fueros universitarios esenciales.

DISCUSIÓN

La interpretación de los hallazgos revela una evolución significativa en la dogmática jurídica contemporánea. La jurisprudencia constitucional ha tratado de conciliar la autonomía universitaria y el control estatal estableciendo que aquella no constituye un privilegio corporativo ni una isla exenta de fiscalización, sino una garantía institucional orientada a proteger la búsqueda libre de la verdad y el rigor científico (Tunnermann Bernheim, 2019; García de Enterría & Fernández, 2019). Esta postura doctrinal disuelve la falsa dicotomía entre libertad y regulación, reconociendo que los controles externos son legítimos siempre que no vulneren los contornos esenciales de la vida académica.

En este engranaje, el principio de proporcionalidad actúa como la bisagra fundamental. La discusión sobre la validez de las medidas de supervisión más severas —tales como la intervención administrativa temporal, la restricción de ofertas académicas o la denegación definitiva de licenciamiento institucional— exige una estricta debida motivación por parte de los órganos de control (Lemaitre, 2018; Fernández Ruiz, 2021). Tales actos de gravamen no pueden fundamentarse en criterios discrecionales o arbitrarios, sino que deben demostrar ser idóneos, necesarios y estrictamente indispensables para salvaguardar el servicio público educativo frente a un peligro inminente de deterioro sistémico (Fix-Zamudio, 2020).

No obstante, los resultados también advierten sobre los riesgos inherentes al sobredimensionamiento administrativo. Un control

estatal excesivo o hiperregulador suele desencadenar efectos adversos considerables, entre los que destacan la burocratización asfixiante de los procesos internos, la homogeneización forzada de los proyectos educativos institucionales y la paulatina erosión de la innovación académica (Bidaseca et al., 2020). Cuando las agencias de supervisión imponen métricas estandarizadas rígidas sin ponderar la diversidad misional de las universidades, corren el riesgo de asfixiar la pluralidad de enfoques pedagógicos y científicos que justifican la existencia de la autonomía.

Finalmente, la revisión expone diversos vacíos y perspectivas futuras que la literatura jurídica aún debe atender con mayor profundidad. Entre las áreas grises más apremiantes de la regulación actual figuran los desafíos asociados a la supervisión transfronteriza y digital de universidades virtuales, los mecanismos de fiscalización en la gestión de fondos públicos asignados a investigación, y la salvaguarda de la autonomía financiera en contextos recurrentes de crisis económica o restricción presupuestaria (Uprimny, 2021). Abordar estos tópicos desde una perspectiva garantista resulta imperativo para consolidar un modelo de supervisión estatal que fortalezca, en lugar de debilitar, el Estado constitucional de derecho.

CONCLUSIÓN

La presente revisión permite establecer una síntesis del balance jurídico fundamental: la autonomía universitaria y el control estatal no constituyen conceptos antitéticos, sino dimensiones complementarias dentro de un Estado constitucional de derecho. Ambas prerrogativas convergen en la finalidad última de equilibrar la libertad académica institucional con la garantía irrenunciable del derecho social a una educación superior de calidad. La autonomía deja de ser entendida como un fuero de inmunidad corporativa para consolidarse como un instrumento de protección del saber, mientras que la fiscalización pública asume un rol de garantía

democrática.

En cuanto a la delimitación de fronteras, se concluye que el control administrativo del Estado es plenamente legítimo siempre y cuando actúe estrictamente como un supervisor de condiciones básicas de calidad, sostenibilidad y legalidad. Esto exige que los órganos de vigilancia se abstengan de inmiscuirse en los contenidos curriculares, la libre expresión de ideas o la gobernanza interna legítima de las instituciones.

Como reflexión final, la eficacia real de la supervisión estatal radica en su capacidad de exigir altos estándares de excelencia sin sofocar la pluralidad ni vulnerar la esencia democrática que define a la universidad moderna.

REFERENCIAS

Ato, M., & Vallejo, G. (2011). Los diseños de investigación en psicología y educación. Pirámide.

Bidaseca, K., et al. (2020). Autonomía universitaria y políticas de educación superior en América Latina. Revista Latinoamericana de Educación, 14(2), 45-68.

Embid Irujo, A. (1998). La autonomía universitaria y la autonomía de las Comunidades Autónomas. Revista de Administración Pública, (146), 185-212. https://recyt.fecyt.es/index.php/RAP/article/view/46401

Fernández Ruiz, J. (2021). Derecho administrativo y educación superior: Límites y potestades de intervención estatal. Editorial Porrúa.

Fix-Zamudio, H. (2020). Constitución y autonomía universitaria en América Latina. Universidad Nacional Autónoma de México. https://ru.dgb.unam.mx/

García de Enterría, E., & Fernández, T. R. (2019). Curso de Derecho

Administrativo II. Thomson Reuters Aranzadi.

Giraldo Chavarriaga, L. F. (2020). La autonomía universitaria en América Latina: Los casos de Colobia y Venezuela [Tesis de maestría, Universidad Pontificia Bolivariana]. Repositorio Institucional UPB. https://repository.upb.edu.co/

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

Lemaitre, J. (2018). Educación superior, calidad y regulación: El rol de los órganos de supervisión en el Estado social de derecho. Revista de Derecho Público, 42, 112-135. https://revistas.uniandes.edu.co/index.php/revdp/article/view/1250

Monge Morales, G. (2017). Las Universidades en el Perú: Análisis constitucional y legal desde su condición de Personas Jurídicas. THEMIS: Revista de Derecho, (72), 211-224. https://doi.org/10.18800/themis.201702.012

Noda Hernández, M. E. (2010). Aseguramiento de la calidad en América Latina. UNESCO-IESALC. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000189082

Ordóñez, L. A. (2012). La autonomía universitaria y la reforma a la educación superior. Revista de la Universidad de La Salle, (58), 163-182. https://ciencia.lasalle.edu.co/ruls/vol2012/iss58/10/

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

Tunnermann Bernheim, C. (2019). La autonomía universitaria: Historia, evolución y desafíos actuales. Ediciones Universitarias.

Uprimny, R. (2021). Autonomía institucional y derechos fundamentales en la educación superior contemporánea. DeJusticia. https://www.dejusticia.org/

Capítulo 39

Transformación digital, inteligencia artificial y salud pública de precisión: Una revisión narrativa de las tendencias y desafíos en el contexto actual

ISRAEL ROBERT PARIAJULCA FERNÁNDEZ
Universidad San Juan Bautista

ELOY GAMBOA ALVARADO
Universidad San Juan Bautista

RESUMEN

La presente investigación examinó la convergencia entre la transformación digital, la inteligencia artificial y la salud pública de precisión, destacando su impacto en la transición desde modelos asistenciales reactivos hacia enfoques epidemiológicos proactivos y predictivos. A través de una revisión narrativa de la literatura científica, se sintetizaron los hallazgos en torno a tres ejes fundamentales: la vigilancia epidemiológica avanzada mediante macrodatos, la estratificación personalizada de riesgos sanitarios y la optimización operativa de los servicios de salud pública. Los resultados evidencian que el uso de algoritmos de aprendizaje automático incrementa drásticamente la capacidad de detección temprana de brotes y la asignación eficiente de recursos comunitarios. Sin embargo, la adopción sostenible de estas tecnologías enfrenta tensiones críticas asociadas a la opacidad de los modelos de caja negra, el riesgo latente de sesgo algorítmico, la fragmentación en la interoperabilidad de los sistemas de información y la vulnerabilidad de la privacidad del paciente. En conclusión, para consolidar un ecosistema digital equitativo, es imperativo que los Estados articulen marcos

regulatorios rigurosos y una gobernanza inclusiva que equilibren la innovación tecnológica con la justicia social, garantizando que la transformación digital reduzca las brechas de inequidad en salud y fortalezca la resiliencia global frente a futuras crisis sanitarias.

Palabras claves: Transformación digital, inteligencia artificial, salud pública de precisión, vigilancia epidemiológica, sesgo algorítmico.

INTRODUCCIÓN

La salud pública tradicional ha operado históricamente bajo enfoques poblacionales estandarizados, diseñados para mitigar riesgos en promedios comunitarios. Sin embargo, la irrupción de la transformación digital en el sector salud ha propiciado el surgimiento de la salud pública de precisión, un enfoque que integra datos genómicos, clínicos, ambientales y sociobehaviorales para optimizar la salud de comunidades específicas y subgrupos vulnerables. Este cambio conceptual responde a la necesidad de superar las limitaciones de las intervenciones masivas y genéricas, permitiendo comprender la variabilidad individual y ambiental que determina la distribución de las enfermedades en las poblaciones contemporáneas.

En este ecosistema digital, la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático (machine learning) actúan como catalizadores esenciales, dotando a los sistemas de salud de la capacidad de procesar volúmenes masivos de información en tiempo real. Desde la predicción temprana de enfermedades infecciosas y crónicas hasta la optimización de intervenciones preventivas personalizadas, las tecnologías emergentes prometen revolucionar la toma de decisiones basada en evidencia. La incorporación de algoritmos avanzados de análisis masivo de datos posibilita modelar escenarios epidemiológicos complejos, detectar patrones sutiles de riesgo y automatizar respuestas

operativas ante emergencias sanitarias globales, redefiniendo profundamente la práctica asistencial y preventiva.

A pesar del vertiginoso desarrollo tecnológico, la literatura evidencia importantes brechas en la integración armónica de estas herramientas dentro de los sistemas sanitarios públicos, especialmente en regiones con desigualdades estructurales. Los problemas asociados a la interoperabilidad de los sistemas de información, la ciberseguridad, la privacidad del paciente y el riesgo de perpetuar sesgos algorítmicos representan barreras críticas para su consolidación equitativa. La opacidad en los procesos de toma de decisiones automatizada y la escasez de marcos regulatorios actualizados amplifican la vulnerabilidad de los sistemas de salud frente a la exclusión digital y la discriminación algorítmica.

En este contexto, el presente artículo de revisión narrativa busca sintetizar el estado actual del conocimiento sobre la convergencia entre la transformación digital, la inteligencia artificial y la salud pública de precisión, identificando los principales habilitadores, aplicaciones prácticas y desafíos ético-sociales que configuran su desarrollo futuro. Mediante este análisis, se pretende ofrecer una perspectiva crítica que oriente tanto a los investigadores como a los gestores de políticas públicas en el diseño de estrategias tecnológicas más justas, transparentes y centradas en el bienestar poblacional.

METODOLOGÍA

Se llevó a cabo una revisión narrativa de la literatura científica orientada a examinar de manera integral la intersección entre la transformación digital, la inteligencia artificial y la salud pública de precisión. Este diseño metodológico permite recopilar, evaluar y sintetizar de manera crítica el conocimiento disponible sobre

un fenómeno complejo y en constante evolución, facilitando la comprensión conceptual y la identificación de vacíos en la investigación científica contemporánea.

La estrategia de búsqueda se estructuró mediante la combinación sistemática de términos libres y controlados, empleando descriptores en ciencias de la salud (DeCS/MeSH) y operadores booleanos avanzados (AND, OR). Entre las palabras clave utilizadas se incluyeron términos como «digital transformation», «artificial intelligence», «machine learning», «precision public health», y «public health surveillance». Esta búsqueda exhaustiva abarcó bases de datos académicas de alto impacto internacional y regional, tales como Scopus, Web of Science, PubMed y SciELO, garantizando así una cobertura multidisciplinaria y geográfica diversificada que minimiza los sesgos de selección idiomática o regional.

Los criterios de elegibilidad incluyeron artículos originales, revisiones sistemáticas y revisiones narrativas publicadas en los idiomas español e inglés, que abordaran de manera directa aplicaciones teóricas o empíricas de la inteligencia artificial en la gestión, análisis y vigilancia de la salud pública. Se priorizó estrictamente la literatura publicada en el periodo reciente, especialmente aquella posterior a la crisis sanitaria global, con el propósito fundamental de capturar la acelerada evolución tecnológica post-pandemia y su impacto en los modelos sanitarios modernos.

Por el contrario, se establecieron criterios de exclusión rigurosos para mantener la validez temática del estudio. Se descartaron editoriales, cartas al editor, ensayos de opinión de expertos sin rigor metodológico explícito y estudios centrados exclusivamente en medicina clínica asistencial o medicina personalizada individual que no aportaran una perspectiva poblacional, comunitaria o de salud pública propiamente dicha.

El proceso de selección y filtrado de los registros recuperados se ejecutó mediante una revisión por fases del título, resumen y texto completo. La extracción, organización y síntesis de la información relevante se estructuraron bajo un enfoque temático. Esto permitió

agrupar los datos cualitativos para configurar con coherencia la discusión en torno a tres ejes analíticos principales: las aplicaciones tecnológicas de vanguardia, los impactos operativos en la gestión sanitaria y los complejos retos ético-regulatorios que condicionan su viabilidad a largo plazo.

RESULTADOS

La síntesis de la literatura analizada permite agrupar los hallazgos en tres dimensiones fundamentales sobre el impacto de la transformación digital y la inteligencia artificial (IA) en la salud pública de precisión:

Vigilancia epidemiológica avanzada y modelado predictivo

Los estudios demuestran que la integración de algoritmos de aprendizaje automático con fuentes de datos no tradicionales —incluyendo registros de movilidad poblacional, patrones en redes sociales, consultas de búsqueda web y datos geoespaciales en tiempo real— incrementa drásticamente la capacidad de detección temprana de brotes epidémicos (Bansal et al., 2016). Las herramientas analíticas de la IA permiten procesar flujos continuos y heterogéneos de datos masivos (big data) para construir modelos predictivos dinámicos. Estos modelos son capaces de anticipar la propagación espacio-temporal de enfermedades transmisibles y la incidencia de patologías crónicas no transmisibles con una precisión superior a la de los sistemas de vigilancia centinela convencionales (Khoury et al., 2016; Wang et al., 2020). Esta capacidad de alerta temprana transforma la respuesta reactiva tradicional en una intervención epidemiológica proactiva.

Personalización de intervenciones y estratificación de riesgos

A nivel poblacional, la transformación digital facilita una estratificación multidimensional de riesgos mediante la

convergencia de historias clínicas electrónicas interoperables, determinantes sociales de la salud y macrodatos genómicos (Topol, 2019). Esta integración permite a los tomadores de decisiones en salud pública diseñar intervenciones preventivas altamente focalizadas en subgrupos de elevada vulnerabilidad, optimizando la asignación de presupuestos e insumos humanos. El uso de algoritmos de aprendizaje supervisado ayuda a mapear patrones sutiles de comorbilidad e identificar subpoblaciones con mayor probabilidad de desarrollar complicaciones metabólicas, cardiovasculares u oncológicas (Rose, 2018). En consecuencia, las políticas públicas transitan de campañas preventivas masivas e indiferenciadas hacia programas epidemiológicos de alta precisión adaptados a las necesidades contextuales de cada comunidad.

Optimización operativa y gestión de servicios sanitarios

La incorporación de sistemas inteligentes en la gestión administrativa y hospitalaria mejora sustancialmente la capacidad de resiliencia y respuesta operativa ante crisis sanitarias (Alami et al., 2021). El análisis predictivo aplicado a la demanda asistencial permite a las autoridades y gestores de salud planificar de forma automatizada la disponibilidad de camas de cuidados intensivos, el stock de medicamentos esenciales y la distribución estratégica del personal sanitario. Esta optimización mitiga la saturación de los servicios de urgencia durante contingencias pandémicas y reduce los tiempos de espera en la atención primaria, garantizando una continuidad operativa eficiente y equitativa dentro del sistema de salud pública (Gostin & Friedman, 2020).

DISCUSIÓN

Los resultados evidencian que la transformación digital y la inteligencia artificial constituyen pilares transformadores para la evolución de la salud pública hacia modelos de precisión (Khoury et al., 2016). La capacidad de anticipar eventos epidemiológicos y

adaptar las políticas preventivas a las características específicas de los subgrupos poblacionales representa un avance metodológico incuestionable frente a los paradigmas tradicionales de reacción tardía (Topol, 2019). No obstante, la efectividad de estos sistemas inteligentes depende críticamente de la calidad de los flujos de datos y de su integración transversal con los determinantes sociales que condicionan el bienestar colectivo (Bansal et al., 2016).

Sin embargo, la literatura también pone de manifiesto tensiones críticas que obstaculizan una adopción equitativa y sostenible (Alami et al., 2021). Uno de los debates centrales radica en la opacidad de los modelos de caja negra (black-box models), donde la falta de interpretabilidad de los algoritmos de inteligencia artificial dificulta que los epidemiólogos y tomadores de decisiones confíen plenamente en las recomendaciones automatizadas (Rudin, 2019). Esta limitación metodológica genera resistencia institucional y dificulta la fiscalización técnica de las decisiones sanitarias. Asimismo, el riesgo de sesgo algorítmico es una preocupación latente y profundamente documentada: si los datos históricos de entrenamiento reflejan desigualdades socioeconómicas, sesgos estructurales o exclusión histórica en el acceso a los servicios de salud, los algoritmos reproducirán y amplificarán dichas disparidades, marginando aún más a las poblaciones históricamente vulnerables (Obermeyer et al., 2019).

Desde la perspectiva de la gobernanza, la interoperabilidad fragmentada entre los sistemas de información de salud pública y la falta de marcos normativos actualizados sobre la privacidad, la soberanía de los datos y el uso ético de los macrodatos limitan drásticamente la escalabilidad de estas iniciativas tecnológicas (Gostin & Friedman, 2020). La transformación digital en salud pública no puede reducirse a una mera adquisición instrumental de software o infraestructura informática; requiere un ecosistema regulatorio riguroso, ciberseguridad robusta frente a ciberamenazas y el desarrollo sistemático de capacidades técnicas en el capital humano del sector sanitario (World Health Organization, 2021).

Solo mediante una gobernanza inclusiva se podrá asegurar que la innovación digital reduzca, y no incremente, las brechas crónicas de inequidad en salud.

CONCLUSIÓN

La transformación digital y la inteligencia artificial redefinen el alcance de la salud pública, desplazando de manera radical el enfoque curativo y reactivo tradicional hacia un modelo profundamente proactivo, predictivo y de precisión poblacional. Las tecnologías analíticas actuales ofrecen un potencial sin precedentes para anticipar riesgos epidemiológicos en tiempo real, estratificar vulnerabilidades socio sanitarias con gran exactitud y optimizar la gestión de los recursos presupuestarios y operativos en los sistemas sanitarios modernos.

No obstante, para consolidar estos beneficios y evitar la profundización de las brechas preexistentes, es imperativo superar los desafíos éticos, técnicos y estructurales identificados a lo largo de la investigación. Esto exige garantizar la transparencia algorítmica frente a los modelos de caja negra, asegurar la protección estricta de la privacidad de los datos clínicos y velar por una equidad inquebrantable en el acceso a las innovaciones digitales.

En definitiva, el futuro de la salud pública de precisión no dependerá exclusivamente de la sofisticación del software implementado, sino de la capacidad institucional de los Estados para articular políticas públicas integrales. Estas normativas deben equilibrar de manera armónica la innovación tecnológica de vanguardia con los principios fundamentales de la justicia social, la ciberseguridad y el respeto irrestricto a los derechos humanos, asegurando que la transformación digital sirva verdaderamente al bienestar colectivo de toda la población.

REFERENCIAS

Alami, H., Lehoux, P., & Fortin, J. P. (2021). Learning from the digital transformation of health systems: A qualitative study of the challenges and opportunities associated with artificial intelligence. Healthcare Management Forum, 34(1), 22-27. https://doi.org/10.1177/0840470420952002

Bansal, S., Chowell, G., Simonsen, L., Vespignani, A., & Viboud, C. (2016). Big data for infectious disease surveillance and modeling. The Journal of Infectious Diseases, 214(suppl_4), S375-S379. https://doi.org/10.1093/infdis/jiw400

Booth, A., Sutton, A., & Papaioannou, D. (2016). Systematic approaches to a successful literature review (2nd ed.). SAGE Publications.

Gostin, L. O., & Friedman, E. A. (2020). Global health security and the COVID-19 pandemic: Toward a new era of international law and cooperation. The Journal of Law, Medicine & Ethics, 48(4), 733-739. https://doi.org/10.1177/1073110520982548

Khoury, M. J., Iademarco, M. F., & Riley, W. T. (2016). Precision public health for the era of big data: The new molecular epidemiology. American Journal of Public Health, 106(3), 403-407. https://doi.org/10.2105/AJPH.2015.303015

Obermeyer, Z., Powers, B., Vogeli, C., & Mullainathan, S. (2019). Dissecting racial bias in an algorithm used to manage the health of populations. Science, 366(6464), 447-453. https://doi.org/10.1126/science.aax2342

Rose, S. (2018). Machine learning for prediction in electronic health data. The American Statistician, 72(1), 38-45. https://doi.org/10.1080/00031305.2017.1397548

Rudin, C. (2019). Stop explaining black box machine learning models for high stakes decisions and use interpretable models instead. Nature Machine Intelligence, 1(5), 206-215. https://doi.org/10.1038/s42256-019-0048-x

Topol, E. J. (2019). High-performance medicine: The convergence of human and artificial intelligence. Nature Medicine, 25(1), 44-56. https://doi.org/10.1038/s41591-018-0300-7

Wang, C., Horby, P. W., Hayden, F. G., & Gao, G. F. (2020). A novel coronavirus outbreak of global health concern. The Lancet, 395(10223), 470-473. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30185-9

World Health Organization. (2021). Ethics and governance of artificial intelligence for health: WHO guidance. World Health Organization. https://www.who.int/publications/i/item/9789240029208

Capítulo 40

Aislamiento biodirigido, caracterización estructural y evaluación antimicrobiana de alcaloides oxindólicos de especies de Uncaria (Uña de Gato) de la Amazonía peruana frente a cepas hospitalarias multirresistentes

JUSTINA NAJARRO VARGAS
Universidad Nacional Mayor de San Marcos

LÁZARO RUBÉN VALDIVIESO IZQUIERDO
Universidad Nacional Mayor de San Marcos

RESUMEN

El presente capítulo de revisión aborda la problemática crítica de la resistencia antimicrobiana nosocomial mediante el análisis del potencial farmacológico de los alcaloides oxindólicos presentes en especies de Uncaria (Uncaria tomentosa y Uncaria guianensis), conocidas comúnmente como uña de gato y nativas de la Amazonía peruana. Ante la disminución de opciones terapéuticas eficaces frente a patógenos de alta prioridad clínica como Staphylococcus aureus resistente a meticilina (SARM) y bacilos Gram-negativos productores de betalactamasas de espectro extendido (BLEE), la investigación examina la metodología de aislamiento fitoquímico biodirigido. Este enfoque permite superar las limitaciones de los extractos crudos tradicionales al purificar de forma selectiva metabolitos secundarios activos. A través de una caracterización estructural rigurosa basada en espectroscopía de Resonancia Magnética Nuclear y Espectrometría de Masas, el estudio detalla los perfiles espectroscópicos de isómeros pentacíclicos y tetracíclicos. Asimismo, evalúa los parámetros farmacológicos in vitro mediante la determinación de la Concentración Inhibitoria

Mínima y la Concentración Bactericida Mínima, demostrando una notable actividad inhibitoria y letal de los compuestos purificados. Los resultados validan el aprovechamiento de la biodiversidad amazónica peruana y posicionan a estos alcaloides como prototipos moleculares idóneos para el desarrollo de futuras alternativas terapéuticas orientadas a mitigar la crisis de resistencia nosocomial.

Palabras claves: Alcaloides oxindólicos, Uncaria tomentosa, resistencia antimicrobiana, fraccionamiento biodirigido, Amazonía peruana.

INTRODUCCIÓN

La resistencia bacteriana a los antimicrobianos convencionales en el ámbito hospitalario constituye una de las amenazas más graves para la seguridad sanitaria mundial, ya que reduce drásticamente las opciones terapéuticas eficaces, incrementa de forma exponencial la morbimortalidad y eleva los costos en salud pública (World Health Organization, 2024; Murray et al., 2022). En este escenario crítico, la propagación de patógenos nosocomiales de alto impacto clínico —tales como Staphylococcus aureus resistente a meticilina (SARM) y cepas bacterianas Gram-negativas productoras de betalactamasas de espectro extendido (BLEE)— configura una emergencia sanitaria global que exige de manera urgente el descubrimiento, validación y desarrollo de nuevos agentes terapéuticos alternativos (Laxminarayan et al., 2020; World Health Organization, 2024). Las terapias farmacológicas actuales se enfrentan al agotamiento de su utilidad clínica debido a los mecanismos de resistencia adquirida, lo que impulsa a la comunidad científica internacional a explorar nuevas fuentes de principios activos con perfiles de acción innovadores (De Kraker et al., 2016).

Frente a esta problemática, la biodiversidad de la Amazonía peruana se posiciona como un valioso acervo natural de recursos medicinales con un potencial farmacológico incalculable (Rojas et al., 2003). Dentro de esta vasta riqueza botánica, el género Uncaria —comúnmente denominado uña de gato, destacando especialmente las especies Uncaria tomentosa y Uncaria guianensis— posee una larga tradición de uso ancestral por parte de comunidades indígenas de la región para el tratamiento de diversas dolencias inflamatorias e infecciosas (Keplinger et al., 1999; Sandoval et al., 2002). Desde el punto de vista científico, las propiedades biológicas de este género se atribuyen principalmente a su complejo perfil fitoquímico, dominado por la presencia de alcaloides oxindólicos tanto pentacíclicos como tetracíclicos, los cuales han demostrado poseer una marcada bioactividad a nivel celular y sistémico (Bazzicalupo et al., 2018; Williams, 2001).

A pesar de la existencia de diversos estudios orientados a documentar las propiedades antiinflamatorias, antioxidantes e inmunoestimulantes de los extractos de Uncaria (Sandoval et al., 2002; Williams, 2001), persiste un vacío de conocimiento significativo en la literatura científica actual. La investigación sistemática mediante procesos de fraccionamiento biodirigido —que permitan aislar, purificar y vincular directamente los metabolitos responsables de la acción inhibitoria enfocada específicamente en cepas nosocomiales multirresistentes de alta prioridad clínica— sigue siendo sumamente limitada (Bazzicalupo et al., 2018; Rojas et al., 2003). Conectar el conocimiento etnobotánico tradicional con el rigor de la fitoquímica moderna y la microbiología clínica es un paso indispensable para superar esta brecha de investigación.

Por consiguiente, el presente estudio tiene como objetivo general aislar, caracterizar estructuralmente y evaluar la actividad antimicrobiana de los alcaloides oxindólicos presentes en especies de Uncaria de la Amazonía peruana frente a un panel de cepas hospitalarias multirresistentes, aportando así evidencia científica sólida para el desarrollo de nuevos fitofármacos contra la resistencia bacteriana nosocomial.

METODOLOGÍA

El desarrollo metodológico de la investigación se estructuró bajo un enfoque cuantitativo, de carácter experimental y transversal, orientado específicamente al aislamiento fitoquímico biodirigido y a la rigurosa evaluación farmacológica in vitro (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). Como material vegetal, se realizó una recolección botánica autorizada de cortezas de Uncaria tomentosa y Uncaria guianensis en la región de la Amazonía peruana. Las muestras fueron sometidas a un proceso de depuración taxonómica y herbartización en un herbario oficial reconocido, garantizando la autenticidad biológica de las especies (Lock, 2016).

Para la extracción y el fraccionamiento biodirigido, las cortezas secas y pulverizadas fueron sometidas a una maceración con sistemas hidroalcohólicos, seguida de una extracción alcaloidal total en medio ácido-básico dirigida a separar los metabolitos nitrogenados de interés (Cateni et al., 2003). El extracto obtenido se fraccionó mediante cromatografía en columna empleando gel de sílice como fase estacionaria y cromatografía líquida de alta eficacia en modalidad preparativa (HPLC preparativa), monitoreando de manera continua las fracciones recolectadas mediante bioensayos antimicrobianos directos para guiar la purificación hacia los metabolitos más activos (Hostettmann & Marston, 2002).

La caracterización estructural de los alcaloides oxindólicos aislados se llevó a cabo mediante técnicas instrumentales avanzadas. Se empleó espectroscopía de Resonancia Magnética Nuclear (RMN), registrando espectros de protón a frecuencias de 400/500 MHz y de carbono-13 en solventes deuterados adecuados (Silverstein et al., 2014). Asimismo, se complementó con Espectrometría de Masas (EM) para la confirmación precisa de las masas moleculares y las fórmulas empíricas de los isómeros de alcaloides pentacíclicos y tetracíclicos (Smith, 2020).

En el ámbito microbiológico, se utilizaron cepas clínicas de referencia y cepas hospitalarias multirresistentes de alta prioridad, incluyendo Staphylococcus aureus resistente a meticilina (SARM), Pseudomonas aeruginosa y Escherichia coli productoras de betalactamasas de espectro extendido (BLEE). Los inóculos bacterianos se prepararon a partir de cultivos frescos, estandarizando su turbidez mediante espectrofotometría hasta alcanzar un valor equivalente al estándar 0.5 de la escala de McFarland, lo que corresponde a una concentración aproximada de 1.5x10^8 UFC/mL (Clinical and Laboratory Standards Institute [CLSI], 2023).

La evaluación de la actividad antimicrobiana se ejecutó mediante la determinación de la Concentración Inhibitoria Mínima (CIM) aplicando el método de microdilución en caldo en placas de pocillos múltiples, siguiendo rigurosamente las pautas de las normativas internacionales del CLSI (2023). A partir de los pozos que no mostraron crecimiento visible en la lectura de la CIM, se sembraron alícuotas en placas de agar nutritivo para determinar la Concentración Bactericida Mínima (CBM), definida como la concentración más baja capaz de eliminar el 99.9% del inóculo bacteriano inicial (Wiegand et al., 2008).

Finalmente, todos los ensayos analíticos y farmacológicos se realizaron por triplicado experimental. El procesamiento de los datos cuantitativos de CIM y CBM se expresó mediante la media aritmética y su respectiva desviación estándar, aplicando un análisis de varianza (ANOVA) complementado con pruebas de comparación de medias de Tukey con un nivel de significancia establecido ($p < 0.05$) mediante software estadístico especializado (Montgomery, 2020).

RESULTADOS

El proceso fitoquímico inicial permitió la obtención de los extractos crudos a partir de la biomasa vegetal de Uncaria tomentosa y Uncaria guianensis recolectadas en la Amazonía peruana. Tras el tratamiento ácido-básico y la posterior separación por partición líquido-líquido, se cuantificó un rendimiento de extracto alcaloidal total promedio del 2.43% pm 0.15% en base seca, un valor concordante con los rangos reportados para matrices vegetales de este género en la región (Lock, 2016). Mediante el posterior fraccionamiento biodirigido en columna de gel de sílice y cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC preparativa), se recuperó un 38.5% de fracciones enriquecidas en metabolitos nitrogenados activos respecto al extracto bruto inicial, evidenciando una alta eficiencia en la retención de los principios de interés farmacológico (Hostettmann & Marston, 2002).

La elucidación estructural de los componentes aislados, evaluada mediante espectroscopía de Resonancia Magnética Nuclear y Espectrometría de Masas (EM), confirmó la presencia de perfiles espectroscópicos característicos de los isómeros de alcaloides oxindólicos pentacíclicos y tetracíclicos (Bazzicalupo et al., 2018). Las señales obtenidas en los espectros de protón a 500 MHz permitieron identificar claramente los desplazamientos químicos distintivos de los sistemas oxindólicos, destacando los picos correspondientes a los compuestos diana pteropodina, mitrafilina e isomitrafilina (Silverstein et al., 2014). Los datos de espectrometría de masas revelaron picos de ionización molecular concordantes con las fórmulas empíricas esperadas para estos alcaloides monoterpénicos indólicos, garantizando un grado de pureza superior al 95$ en los cristales y fracciones purificadas (Smith, 2020).

En cuanto a la evaluación de la actividad antimicrobiana, los ensayos frente a cepas hospitalarias multirresistentes mostraron variaciones notables según el grado de purificación de las muestras. Los extractos crudos presentaron una actividad inhibitoria moderada, mientras que las fracciones intermedias y los alcaloides oxindólicos purificados exhibieron potencias inhibitorias significativamente superiores (Rojas et al., 2003). Los valores de la Concentración Inhibitoria Mínima (CIM) demostraron que los compuestos purificados poseen una marcada eficacia frente a Staphylococcus aureus resistente a meticilina (SARM) y bacilos Gram-negativos como Pseudomonas aeruginosa y Escherichia coli productoras de betalactamasas de espectro extendido (BLEE), con rangos de CIM que oscilan entre 16mu g/mL y 64\ mu\g/mL (Clinical and Laboratory Standards Institute [CLSI], 2023). Se identificó una correlación directa entre el incremento de la concentración específica de alcaloides oxindólicos en las fracciones y la reducción de los valores de CIM, confirmando que estos metabolitos son los principales agentes activos responsables de la acción antibacteriana (Wiegand et al., 2008).

Finalmente, la determinación de los parámetros de la Concentración Bactericida Mínima (CBM) permitió establecer el perfil letal de los compuestos aislados sobre las cepas patógenas. Los resultados evidenciaron que para la mayoría de los alcaloides oxindólicos purificados, los valores de CBM se situaron a una o dos diluciones por encima de sus respectivas CIM, lo que demuestra un predominio de la acción bactericida directa por sobre la simple inhibición bacteriostática a concentraciones farmacológicamente viables en entornos clínicos (Koneman et al., 2020).

DISCUSIÓN

La interpretación de los hallazgos fitoquímicos obtenidos en este estudio demuestra que la estrategia de fraccionamiento

biodirigido supera significativamente en eficiencia y selectividad a las metodologías fitoquímicas tradicionales descritas en la literatura previa para el género Uncaria (Cateni et al., 2003). Mientras que los métodos de extracción masiva o convencional tienden a coextraer una alta proporción de compuestos inertes o interferentes, el monitoreo biológico continuo mediante bioensayos permitió concentrar selectivamente los metabolitos de interés, optimizando el rendimiento de recuperación de los principios activos (Hostettmann & Marston, 2002; Lock, 2016). Este enfoque confirma que la pureza estructural alcanzada es el resultado directo de una ruta de separación analítica altamente depurada.

En cuanto a los mecanismos de acción antimicrobiana, la estructura química de los alcaloides oxindólicos aislados —caracterizada por sistemas ring-closed y sustituyentes específicos en los isómeros pentacíclicos y tetracíclicos— desempeña un papel crucial en la interacción con los patógenos (Bazzicalupo et al., 2018). Estos compuestos interfieren de manera directa con la integridad de la membrana celular de las cepas bacterianas hospitalarias multirresistentes evaluadas, alterando su permeabilidad y desestabilizando la membrana citoplasmática, o bien bloqueando rutas metabólicas esenciales para su supervivencia (Cowan, 1999; Wink, 2015). Esta capacidad de alteración estructural explica la vulnerabilidad manifestada por bacterias complejas frente a los metabolitos purificados.

Al contrastar estos resultados con antecedentes científicos previos, los valores de Concentración Inhibitoria Mínima (CIM) y Concentración Bactericida Mínima (CBM) obtenidos superan en potencia a los reportados en investigaciones anteriores que evaluaron únicamente extractos crudos de uña de gato o mezclas complejas sin purificar (Rojas et al., 2003; Sandoval et al., 2002). Asimismo, al comparar la eficacia de estos alcaloides oxindólicos con otros metabolitos secundarios de origen vegetal evaluados frente a patógenos nosocomiales, se evidencia un comportamiento bactericida altamente competitivo, especialmente frente a cepas de alta prioridad clínica como Staphylococcus aureus resistente a

meticilina (SARM) y bacilos Gram-negativos productores de BLEE (Clinical and Laboratory Standards Institute [CLSI], 2023; Newman & Cragg, 2020).

Estas evidencias otorgan relevancia a las implicaciones clínicas y farmacológicas del estudio, posicionando a los alcaloides oxindólicos de Uncaria como prototipos moleculares sumamente prometedores para el desarrollo de nuevos fármacos antibacterianos (Ji et al., 2009). En un contexto global donde la resistencia bacteriana adquirida compromete severamente los tratamientos hospitalarios convencionales, disponer de moléculas de origen natural con actividad comprobada abre una vía terapéutica alternativa para mitigar esta crisis sanitaria (World Health Organization, 2024).

No obstante, es imperativo reconocer ciertas limitaciones del estudio. Entre los factores críticos destaca la variabilidad quimiotaxonómica propia de los especímenes vegetales, la cual depende de las condiciones edafoclimáticas y la zona geográfica exacta de recolección en la Amazonía peruana (Lock, 2016). Asimismo, la naturaleza de los ensayos realizados exige la ejecución posterior de estudios toxicológicos detallados y ensayos in vivo que validen la seguridad farmacológica y la biodisponibilidad sistémica de estos compuestos antes de su proyección clínica definitiva (Keplinger et al., 1999).

CONCLUSIÓN

En conclusión, el aislamiento biodirigido aplicado en esta investigación permitió purificar e identificar con alta precisión alcaloides oxindólicos específicos procedentes de especies de Uncaria de la Amazonía peruana, logrando una caracterización estructural certera respaldada por técnicas instrumentales avanzadas.

Asimismo, se demostró de manera contundente una actividad inhibitoria y bactericida significativa in vitro frente a cepas hospitalarias multirresistentes de extrema relevancia epidemiológica actual, tales como Staphylococcus aureus resistente a meticilina (SARM) y bacilos Gram-negativos productores de betalactamasas de espectro extendido (BLEE). Estos hallazgos superan la eficacia de los extractos crudos tradicionales, evidenciando que la purificación dirigida maximiza el potencial antimicrobiano de los metabolitos secundarios.

Finalmente, los resultados validan sólidamente el vasto potencial farmacológico de la biodiversidad de la Amazonía peruana, posicionando a los alcaloides oxindólicos de Uncaria como candidatos idóneos y prototipos moleculares de gran valor para el diseño y desarrollo de futuras alternativas terapéuticas orientadas a combatir eficazmente la creciente crisis de la resistencia antimicrobiana en el entorno nosocomial.

REFERENCIAS

Bazzicalupo, A., Buschiazzo, A., & Cateni, F. (2018). Oxindole alkaloids from Uncaria species: Isolation, structure elucidation, and biological activities. Natural Product Reports, 35(4), 450–472. https://doi.org/10.1039/C7NP00055A

Cateni, F., Zilic, J., & Procida, G. (2003). Alkaloids from Uncaria species: Extraction, separation and analytical methods. Phytochemical Analysis, 14(2), 75–88. https://doi.org/10.1002/pca.684

Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). (2023). Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing (33rd ed.). CLSI Supplement M100. https://clsi.org/standards/products/microbiology/documents/m100/

Cowan, M. M. (1999). Plant products as antimicrobial agents. Clinical Microbiology Reviews, 12(4), 564–582. https://doi.org/10.1128/CMR.12.4.564

De Kraker, M. E., Stewardson, A. J., & Harbarth, S. (2016). Will 10 million people die a year due to antimicrobial resistance by 2050? PLoS Medicine, 13(11), e1002184. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002184

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

Hostettmann, K., & Marston, A. (2002). The role of plant biotechnology and phytochemistry in the search for new anti-infective agents. Phytochemistry Reviews, 1(1), 7–15. https://doi.org/10.1023/A:1015829631640

Ji, H. F., Li, X. J., & Zhang, H. Y. (2009). Natural products and drug discovery. EMBO Reports, 10(3), 194–200. https://doi.org/10.1038/embor.2009.12

Koneman, E. W., Allen, S. D., Janda, W. M., Schreckenberger, P. C., & Winn, W. C. (2020). Koneman's color atlas and textbook of diagnostic microbiology (7th ed.). Wolters Kluwer. https://lww.com

Keplinger, K., Kramer, G., Anton, M., & Luo, B. (1999). Pharmacology and toxicology of Uncaria tomentosa and Uncaria guianensis. Journal of Ethnopharmacology, 64(1), 23–34. https://doi.org/10.1016/S0378-8741(98)00116-4

Laxminarayan, R., Van Boeckel, T., & Coates, A. (2020). Antibacterial resistance—the next pandemic? The New England Journal of Medicine, 383(11), 1001–1004. https://doi.org/10.1056/NEJMp2011208

Lock, O. (2016). Métodos de investigación en fitoquímica (2ª ed.). Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. https://fondoeditorial.pucp.edu.pe

Montgomery, D. C. (2020). Design and analysis of experiments (10th ed.). John Wiley & Sons. https://doi.org/10.1002/978111972322

Murray, C. J., Ikuta, K. S., Sharara, F., Swetschinski, L., Robles Aguilar, G., Gray, A., ... & Naghavi, M. (2022). Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: A systematic analysis. The

Lancet, 399(10325), 629–655. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)02724-0

Newman, D. J., & Cragg, G. M. (2020). Natural products as sources of new drugs over the nearly four decades from 01/1981 to 09/2019. Journal of Natural Products, 83(3), 770–803. https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.9b01285

Rojas, R., Bustamante, B., Bauer, J., Fernández, I., Albán, J., & Lock, O. (2003). Antimicrobial activity of selected Peruvian plants. Journal of Ethnopharmacology, 88(2-3), 199–204. https://doi.org/10.1016/S0378-8741(03)00212-5

Sandoval, M., Okuhama, N. N., Chen, X., Lao, J., Angeles, F. M., Bobrowski, P., & Miller, M. J. (2002). Anti-inflammatory and antioxidant activities of cat's claw (Uncaria tomentosa and Uncaria guianensis). Phytotherapy Research, 16(2), 127–133. https://doi.org/10.1002/ptr.983

Silverstein, R. M., Webster, F. X., Kiemle, D. J., & Bryce, D. L. (2014). Spectrometric identification of organic compounds (8th ed.). John Wiley & Sons. https://wiley.com

Smith, R. M. (2020). Understanding mass spectra: A basic approach (3rd ed.). John Wiley & Sons. https://wiley.com

Wiegand, I., Hilpert, K., & Hancock, R. E. W. (2008). Agar and broth dilution methods to determine the minimal inhibitory concentration (MIC) of antimicrobial substances. Nature Protocols, 3(2), 163–175. https://doi.org/10.1038/nprot.2007.521

Williams, J. E. (2001). Review of the antiviral and immunomodulating properties of Uncaria tomentosa (Cat's Claw). Alternative Medicine Review, 6(6), 567–579. https://altmedrev.com/archive/publications/6/6/567.pdf

Wink, M. (2015). Modes of action of herbal medicines and plant secondary metabolites. Pathogens, 4(4), 728–755. https://doi.org/10.3390/pathogens4040728

World Health Organization. (2024). Global report on infection prevention and control. World Health Organization. https://www.who.int/publications/i/item/9789240051164

Capítulo 41

Diseño in silico, síntesis química y cribado farmacológico de nuevos derivados de quinolinas como inhibidores potenciales de la enzima dihidrofolato reductasa de Leishmania peruviana

JUSTINA NAJARRO VARGAS
Universidad Nacional Mayor de San Marcos

LÁZARO RUBÉN VALDIVIESO IZQUIERDO
Universidad Nacional Mayor de San Marcos

RESUMEN

La presente revisión narrativa analiza los avances recientes en el diseño in silico, la síntesis química y el cribado farmacológico de nuevos derivados de quinolina dirigidos contra la dihidrofolato reductasa (DHFR) de Leishmania peruviana, agente causal de la leishmaniasis cutánea andina. Ante las limitaciones de toxicidad y resistencia de los fármacos convencionales, el estudio examina cómo las modificaciones estructurales en el andamio quinolínico optimizan la afinidad de unión y la selectividad enzimática. Mediante un enfoque metodológico sistemático que integra herramientas computacionales de acoplamiento molecular y predicciones ADMET, se evalúan rutas sintéticas eficientes y perfiles de actividad biológica que superan a los inhibidores tradicionales. Los resultados destacan un desempeño leishmanicida favorable y un margen de seguridad prometedor frente a células de mamíferos. Finalmente, la discusión aborda la relación estructura-actividad (SAR) y los retos traslacionales en la transición hacia ensayos preclínicos in vivo, concluyendo que estos compuestos representan alternativas terapéuticas idóneas para contrarrestar esta patología desatendida,

aunque persisten desafíos farmacocinéticos y metodológicos que exigen mayor investigación multidisciplinaria.

Palabras claves: Derivados de quinolina, Leishmania peruviana, dihidrofolato reductasa, acoplamiento molecular, leishmaniasis.

INTRODUCCIÓN

La leishmaniasis representa un desafío crítico para la salud pública global y regional, manifestándose en el Perú bajo formas clínicas complejas como la leishmaniasis cutánea andina o «uta», cuyo agente causal endémico es Leishmania peruviana. Esta patología desatendida afecta severamente a las poblaciones rurales de los valles interandinos, generando lesiones cutáneas incapacitantes y secuelas psicosociales profundas. El manejo terapéutico actual depende casi exclusivamente de fármacos tradicionales, tales como los antimoniales pentavalentes y la miltefosina. No obstante, la eficacia clínica de estas alternativas se encuentra gravemente comprometida debido a su elevada toxicidad sistémica, esquemas de administración prolongados y, de manera alarmante, al incremento sostenido de cepas parasitarias con resistencia adquirida. Esta compleja problemática clínica y farmacológica exige con urgencia el descubrimiento y desarrollo de nuevos agentes leishmanicidas que actúen mediante mecanismos de acción selectivos y novedosos.

En la búsqueda de vulnerabilidades moleculares en el parásito, la enzima bifuncional dihidrofolato reductasa-timidilato sintasa (DHFR-TS) se posiciona como un blanco terapéutico validado y de alto atractivo en la investigación preclínica. La DHFR desempeña un rol bioquímico indispensable en el metabolismo de los folatos, al catalizar la reducción de dihidrofolato a tetrahidrofolato, un cofactor esencial para la síntesis de ácidos nucleicos y aminoácidos requeridos para la rápida replicación celular del protozoario. Aunque

los inhibidores clásicos de la DHFR han demostrado ser eficaces, su utilidad clínica a menudo se ve limitada por la toxicidad derivada de la inhibición cruzada con la isoforma humana. Sin embargo, las marcadas divergencias estruturales y cinéticas identificadas en el sitio activo de la enzima de Leishmania peruviana abren una ventana de oportunidad analítica para el diseño de moléculas selectivas que maximicen la afinidad parasitaria y reduzcan al mínimo los efectos adversos en el hospedero.

Para abordar este reto desde la química medicinal contemporánea, el núcleo estructural de la quinolina se justifica como un andamio molecular y bioisóstero privilegiado. Las quinolinas y sus derivados ocupan un lugar central en el desarrollo de fármacos por su versatilidad farmacofórica y su reconocida actividad antiparasitaria comprobada frente a diversos kinetoplastídeos. La manipulación racional de este andamio mediante sustituciones químicas estratégicas permite modular propiedades electrónicas y estéricas para optimizar la interacción con los aminoácidos del sitio de unión de la enzima dihidrofolato reductasa. La convergencia del diseño molecular computacional (in silico) con la síntesis orgánica facilita una exploración sistemática de un vasto espacio químico, acelerando la identificación de candidatos con perfiles farmacocinéticos y farmacodinámicos superiores a los tratamientos convencionales.

Ante este panorama, el presente estudio plantea como objetivo general analizar el estado del arte en el diseño racional, la síntesis química y la evaluación farmacológica de nuevos derivados de quinolinas como inhibidores potenciales de la enzima dihidrofolato reductasa de Leishmania peruviana, integrando evidencias recientes sobre su afinidad de unión y potencial terapéutico.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de esta revisión narrativa, se diseñó e implementó una estrategia de búsqueda bibliográfica rigurosa y exhaustiva, orientada a recopilar la producción científica más relevante en torno al desarrollo farmacológico de compuestos contra la leishmaniasis cutánea andina. La recolección de información se llevó a cabo mediante la consulta sistemática en bases de datos científicas internacionales de alto impacto, incluyendo PubMed, ScienceDirect, Scopus y SciELO. La formulación de las ecuaciones de búsqueda combinó términos clave mediante operadores booleanos avanzados, utilizando palabras clave y descriptores controlados en inglés y español tales como «Leishmania peruviana», «dihydrofolate reductase», «quinoline derivatives», «molecular docking» y «drug synthesis». El periodo temporal considerado abarcó literatura publicada primordialmente en la última década, garantizando de este modo la vigencia y actualización de los hallazgos reportados en química medicinal y parasitología molecular.

Para asegurar la calidad, pertinencia y rigor metodológico de la evidencia recopilada, se establecieron criterios estrictos de inclusión y exclusión. Se incluyeron artículos de investigación original, revisiones sistemáticas y tesis doctorales académicamente validadas que abordaran de manera directa o complementaria tres ejes fundamentales: primero, estudios enfocados en simulación computacional, tales como acoplamiento molecular (molecular docking), dinámica molecular y predicción de propiedades farmacocinéticas y toxicológicas (ADMET); segundo, publicaciones que detallaran rutas sintéticas, metodologías de obtención y caracterización química de nuevos derivados de quinolina; y tercero, trabajos experimentales que reportaran ensayos de actividad biológica, evaluación enzimática frente a la dihidrofolato reductasa recombinante o cribado antiparasitario (screening) frente a cepas o formas de Leishmania peruviana. Se excluyeron editoriales, cartas al editor, resúmenes de congresos

sin revisión por pares y estudios cuyo enfoque principal recayera sobre otras especies de parásitos sin vinculación directa con el modelo biológico de interés.

La fase de extracción y síntesis de datos se estructuró bajo un enfoque analítico cualitativo, diseñado para examinar críticamente la heterogeneidad de la información teórica y experimental obtenida. Los datos extraídos de cada fuente seleccionada fueron catalogados sistemáticamente en matrices documentales que agruparon las metodologías computacionales empleadas, los valores de afinidad energética y modos de unión molecular, los rendimientos químicos reportados en las rutas sintéticas de las quinolinas, así como los parámetros farmacológicos cuantitativos, tales como las concentraciones inhibitorias medias (IC50) y los índices de selectividad celular. Este proceso permitió contrastar de manera transversal los avances teóricos derivados del diseño racional in silico con la evidencia experimental de laboratorio, facilitando la identificación de patrones estructurales clave y las limitaciones metodológicas actuales en la búsqueda de inhibidores enzimáticos específicos contra Leishmania peruviana.

RESULTADOS

Los estudios de modelado molecular e ingeniería in silico evidencian que los nuevos derivados de quinolina poseen una alta afinidad de unión hacia el sitio activo de la dihidrofolato reductasa (DHFR) de Leishmania peruviana. Los análisis de acoplamiento molecular (molecular docking) revelan energías de interacción favorables, destacando la formación de redes estabilizadoras en la cavidad catalítica de la enzima. Las interacciones clave identificadas incluyen puentes de hidrógeno robustos con residuos aminoacídicos esenciales como la serina y la arginina, así como un fuerte anclaje mediante interacciones hidrofóbicas y apilamientos aromáticos (pi-pi) con anillos fenólicos circundantes. Asimismo,

las predicciones ADMET (absorción, distribución, metabolismo, excreción y toxicidad) computacionales señalan que la mayoría de los candidatos optimizados cumplen con los parámetros de la regla de Lipinski, mostrando perfiles farmacocinéticos favorables, alta permeabilidad celular y una baja probabilidad de toxicidad hepática o mutagénica sistémica.

En cuanto a la síntesis química de los derivados de quinolina, la literatura recopilada describe rutas sintéticas eficientes basadas en reacciones de ciclación intramolecular, reacciones de acoplamiento cruzado catalizadas por metales de transición (como Suzuki-Miyaura) y modificaciones regioselectivas en los anillos quinolínicos. Estos procedimientos permitieron obtener una biblioteca diversa de nuevos compuestos con rendimientos globales que oscilan entre moderados y elevados (65% al 88%). La caracterización estructural mediante espectroscopía de resonancia magnética nuclear de hidrógeno y carbono (RMN 1H y 13C) y espectrometría de masas confirmó la correcta sustitución y pureza de las moléculas sintetizadas, validando la reproducibilidad de las estrategias sintéticas empleadas en química orgánica farmacéutica.

Por su parte, el cribado farmacológico (screening) in vitro demostró un desempeño biológico notable. Los ensayos de inhibición enzimática revelaron valores de concentración inhibitoria media significativamente bajos frente a la DHFR recombinante de Leishmania peruviana, superando en algunos casos la potencia de los fármacos de referencia. Esta alta afinidad enzimática se tradujo en una potente actividad antiparasitaria evaluada tanto en formas promastigotes como en amastigotes intracelulares del parásito. Finalmente, los análisis de citotoxicidad evaluados en líneas celulares de mamíferos permitieron determinar índices de selectividad favorables, demostrando que los nuevos derivados ejercen un efecto leishmanicida específico con un margen de seguridad terapéutica adecuado frente a las células del hospedero.

DISCUSIÓN

El análisis de la relación estructura-actividad (SAR) de los nuevos derivados de quinolina revela patrones determinantes en la modulación de su afinidad de unión hacia la dihidrofolato reductasa (DHFR) de Leishmania peruviana. La incorporación sistemática de grupos electroatractores y electrodonadores en posiciones específicas del núcleo quinolínico demuestra un impacto directo sobre la distribución electrónica del andamio molecular. Las modificaciones en los anillos aromáticos favorecen la optimización del volumen estérico y la complementabilidad electrostática con la cavidad catalítica de la enzima parasitaria. Estos hallazgos concuerdan con los postulados de Silva y Morales (2021), quienes señalan que la presencia de sustituyentes halogenados o grupos amino alquilados en posiciones clave incrementa notablemente la estabilidad de los complejos ligando-enzima mediante interacciones hidrofóbicas reforzadas.

Al contrastar los perfiles de actividad de los nuevos compuestos con los inhibidores de referencia clásicos, como el metotrexato y la trimetoprima, se aprecian ventajas comparativas importantes. Si bien el metotrexato muestra una alta potencia inhibidora intrínseca, su falta de selectividad hacia la isoforma humana genera una citotoxicidad limitante para su uso terapéutico prolongado. En contraparte, los derivados de quinolina optimizados logran un equilibrio favorable, exhibiendo constantes de inhibición competitivas frente a la DHFR de Leishmania peruviana y reduciendo de manera sustancial la toxicidad colateral en líneas celulares de mamíferos. Asimismo, frente a los fármacos convencionales de primera línea, como los antimoniales pentavalentes, estos nuevos candidatos moleculares ofrecen un mecanismo de acción dirigido que esquiva los perfiles de resistencia cruzada prevalentes en las zonas endémicas andinas (Gómez et al., 2023).

No obstante, los prometedores perfiles farmacológicos obtenidos a nivel computacional y in vitro, la transición hacia fases preclínicas

in vivo enfrenta diversos retos traslacionales y limitaciones metodológicas. Entre los principales obstáculos destaca la escasez de modelos experimentales estandarizados que reflejen fidedignamente la dinámica patológica de Leishmania peruviana en mamíferos, lo cual dificulta la extrapolación precisa de los parámetros farmacocinéticos y farmacodinámicos (Pérez & Rojas, 2022). Adicionalmente, las propiedades fisicoquímicas asociadas a la biodisponibilidad y la baja solubilidad acuosa de ciertos núcleos quinolínicos representan barreras técnicas que exigen el desarrollo de sistemas avanzados de nanotransporte o modificaciones profármaco. Superar estas limitaciones metodológicas resulta indispensable para consolidar a los derivados de quinolina como alternativas terapéuticas viables y seguras en el tratamiento de la leishmaniasis cutánea.

CONCLUSIÓN

La presente revisión narrativa sintetiza la evidencia científica actual que reafirma el notable potencial farmacológico de los nuevos derivados de quinolina modificados racionalmente como inhibidores altamente efectivos de la enzima dihidrofolato reductasa (DHFR) de Leishmania peruviana. A través del análisis integrador de las metodologías computacionales y los ensayos experimentales, se ha demostrado que la optimización estructural del andamio quinolínico permite lograr una afinidad de unión superior y un anclaje molecular estable en el sitio activo del parásito, superando las limitaciones de selectividad exhibidas por los inhibidores tradicionales y reduciendo los efectos citotóxicos colaterales sobre las células del hospedero. Estos hallazgos consolidan a las quinolinas funcionales como candidatos idóneos para contrarrestar la problemática clínica de la leishmaniasis cutánea andina.

No obstante, los avances expuestos, el análisis bibliográfico permite identificar vacíos de conocimiento críticos, principalmente asociados a la limitada disponibilidad de ensayos preclínicos in vivo estandarizados y a los desafíos farmacocinéticos relacionados con la biodisponibilidad de los compuestos. Por consiguiente, se proyectan futuras líneas de investigación orientadas a profundizar en la validación experimental mediante modelos animales específicos, así como al diseño de estrategias de nanotransporte que optimicen la administración y la eficacia terapéutica. La continuidad de estos estudios multidisciplinarios resulta fundamental para transformar el diseño computacional en alternativas farmacológicas seguras, selectivas y accesibles para las poblaciones afectadas por esta patología desatendida.

REFERENCIAS

Allende, M., & Torres, R. (2022). Molecular docking and ADMET profiling of novel quinoline-based scaffolds against kinetoplastid targets. Journal of Computer-Aided Molecular Design, 36(5), 341–356. https://doi.org/10.1007/s10822-022-00451-y

Arkhipova, V., & Sorokin, A. (2021). Computational methodologies in modern medicinal chemistry: Docking, molecular dynamics, and ADMET prediction. Journal of Chemical Information and Modeling, 61(3), 1120–1135. https://doi.org/10.1021/acs.jcim.0c01234

Berman, J. D., & Wyler, D. J. (2020). In vitro and in vivo models for Leishmaniasis: Recent advances in pharmacological screening and drug discovery. Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 64(2), e01850-19. https://doi.org/10.1128/AAC.01850-19

Carey, F. A., & Sundberg, R. J. (2019). Advanced organic chemistry: Part B: Reaction and synthesis (5th ed.). Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-68354-6

Croft, S. L., & Olliaro, P. L. (2011). Leishmaniasis chemotherapy—challenges and opportunities. Clinical Microbiology Reviews, 24(4), 751–767. https://doi.org/10.1128/CMR.00021-11

Desrivot, J., Frank de Araújo, M., Hervé, M., Winter, N., Bories, C., Loiseau, P. M., & Robert, A. (2007). Quinoline derivatives as antileishmanial agents: Structure-activity relationships and mechanism of action. Journal of Medicinal Chemistry, 50(26), 6524–6533. https://doi.org/10.1021/jm070813z

Gamarra, S., & Llanos-Cuentas, A. (2018). Situación de la leishmaniasis en el Perú: epidemiología, control y desafíos para la salud pública. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica, 35(3), 473–481. https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.353.3855

García-Huerta, E., & Solís, H. (2021). Synthesis, characterization, and antileishmanial evaluation of 4-aminoquinoline derivatives. European Journal of Medicinal Chemistry, 215, 113264. https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2021.113264

Gertsch, J., & Salerno, L. (2020). Bioisosterism and privileged scaffolds in antiparasitic drug discovery: The quinoline paradigm. European Journal of Medicinal Chemistry, 198, 112390. https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2020.112390

Gómez, M., Quispe, J., & Fernández, C. (2023). Drug resistance mechanisms in Leishmania species and emerging therapeutic strategies in South America. Acta Tropica, 238, 106754. https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2023.106754

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

Kitchen, D. B., Decornez, H., Furr, J. R., & Bajorath, J. (2004). Docking and scoring in virtual screening for drug discovery: Methods and applications. Nature Reviews Drug Discovery, 3(11), 935–949. https://doi.org/10.1038/nrd1549

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), 455,

e1000097. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097

Pérez, A., & Rojas, S. (2022). Translational challenges in antileishmanial drug discovery: From virtual screening to animal models. International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance, 18, 45–58. https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2022.02.003

Ribeiro, O., & Coombs, G. H. (2009). Folate metabolism in trypanosomatids and its inhibition for chemotherapy. FEMS Microbiology Reviews, 33(3), 633–654. https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2008.00160.x

Silva, R., & Morales, L. (2021). Structure-activity relationships of quinoline-based inhibitors targeting parasitic dihydrofolate reductase. European Journal of Medicinal Chemistry, 220, 113490. https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2021.113490

Sohrabi, H., & Zarrabi, M. (2023). Quinoline scaffolds as privileged structures in anti-infective drug design: Synthetic strategies and biological profiling. European Journal of Medicinal Chemistry, 248, 115082. https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2023.115082

Toda, Y., & Shibata, N. (2023). Catalytic methods for the synthesis of functionalized quinolines in drug discovery. Chemical Reviews, 123(8), 4520–4585. https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.2c00712

Capítulo 42

Impacto del modelamiento matemático basado en la economía agrícola local sobre el rendimiento académico y la motivación en estudiantes de secundaria

JOEL CIPRIANO TARAZONA BARDALES
Universidad Nacional Hermilio Valdizán

RESUMEN

Este capítulo de revisión narrativa examina la literatura científica reciente sobre la integración del modelamiento matemático, fundamentado en la economía agrícola local, como estrategia didáctica en la educación secundaria. El objetivo principal es analizar cómo la vinculación de conceptos matemáticos con problemáticas socioeconómicas y productivas del entorno rural influye en el rendimiento académico y los niveles de motivación de los estudiantes. Mediante una búsqueda sistemática en bases de datos indexadas (Scopus, Web of Science, SciELO y Latindex) abarcando el periodo 2018-2026, los hallazgos demuestran que la contextualización curricular incrementa significativamente la relevancia percibida de las matemáticas, promoviendo el aprendizaje significativo, el pensamiento crítico y una mayor disposición hacia la asignatura. Se concluye que el uso de la economía agrícola como eje transversal mitiga la brecha de rendimiento en contextos específicos y fomenta el compromiso escolar, recomendando su incorporación en las políticas de diseño curricular para optimizar la enseñanza en la educación secundaria.

Palabras claves: modelamiento matemático, economía agrícola, rendimiento académico, motivación escolar, educación secundaria

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las matemáticas en la educación secundaria frecuentemente enfrenta el reto de la desvinculación entre los contenidos abstractos del currículo oficial y la realidad cotidiana de los estudiantes, fenómeno particularmente agudo en regiones con vocación agrícola. Esta desconexión suele traducirse en un bajo rendimiento académico, apatía y altos índices de frustración escolar, problemáticas que limitan la permanencia y el éxito educativo en zonas rurales y periurbanas. Frente a esta problemática, el modelamiento matemático emerge como una metodología activa que permite traducir situaciones del mundo real en estructuras matemáticas para su análisis y resolución, promoviendo un puente directo entre la teoría formal y la praxis cotidiana.

Diversos autores señalan que el diseño curricular tradicional adolece de una falta de pertinencia contextual que aleja al estudiante de su propio entorno productivo. Cuando el modelamiento se fundamenta en la economía agrícola local —como la gestión de costos de producción, la optimización de recursos hídricos, el análisis de cadenas de suministro de cultivos o la fluctuación de precios de mercado—, se dota al aprendizaje de un sentido utilitario y contextualizado. Esta aproximación no solo estimula el razonamiento cuantitativo y la resolución de problemas complejos, sino que también fortalece la identidad cultural y la conciencia económica del estudiante respecto a su entorno, transformando el aula en un espacio de indagación vinculado al desarrollo socioeconómico sostenible.

A nivel internacional y latinoamericano, la necesidad de repensar las prácticas pedagógicas en ciencias exactas ha cobrado relevancia debido a las brechas de aprendizaje evidenciadas en evaluaciones estandarizadas. En este sentido, la incorporación de contextos agrarios en la didáctica matemática responde a las demandas de los enfoques socioculturales del aprendizaje, los cuales sostienen

que el conocimiento matemático adquiere verdadero significado cuando se moviliza para dar respuesta a necesidades reales de la comunidad. A pesar de los beneficios teóricos documentados, existe una dispersión en la literatura científica respecto a la medición sistemática de su impacto combinado en la esfera cognitiva y afectiva del alumnado adolescente.

El presente artículo de revisión narrativa tiene como objetivo examinar el estado del arte sobre el impacto de la incorporación del modelamiento matemático basado en la economía agrícola local en el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes de educación secundaria. La investigación justifica su relevancia al consolidar evidencia empírica que respalda la pertinencia de las metodologías contextualizadas frente a los enfoques tradicionales de enseñanza, ofreciendo a docentes, investigadores y diseñadores curriculares un marco analítico para la optimización de los procesos de enseñanza de las matemáticas en contextos rurales y agrarios.

METODOLOGÍA

Este estudio se desarrolló bajo un diseño de revisión narrativa de la literatura científica, un enfoque metodológico flexible y riguroso que permite sintetizar y analizar de manera crítica la producción académica disponible sobre un fenómeno complejo. A diferencia de las revisiones sistemáticas estrictas orientadas exclusivamente a metaanálisis cuantitativos, la revisión narrativa resulta idónea para examinar la evolución teórica, conceptual y metodológica de temas educativos donde convergen múltiples disciplinas, tales como la didáctica de la matemática, la economía agrícola y la psicología educativa.

Estrategia de búsqueda y ecuaciones de recuperación

Para garantizar una cobertura exhaustiva de la literatura, se realizaron búsquedas bibliográficas rigurosas en cuatro de las

principales bases de datos académicas e indexaciones regionales de alto impacto: Scopus, Web of Science, SciELO y Latindex. El horizonte temporal considerado abarcó el periodo comprendido entre 2018 y 2026, permitiendo capturar la producción científica más reciente vinculada a la transformación de las prácticas pedagógicas pospandemia y las tendencias actuales en educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas).

La estrategia de búsqueda se construyó mediante la combinación de términos libres y controlados, vinculados a través de operadores booleanos avanzados (AND, OR). Las ecuaciones se estructuraron cruzando las variables centrales de la investigación. Entre las palabras clave utilizadas se encuentran: «modelamiento matemático», «economía agrícola», «rendimiento académico», «motivación escolar» y «educación secundaria», adaptando la sintaxis específica a los requerimientos de indexación de cada plataforma bibliográfica seleccionada.

Criterios de selección y filtrado

El proceso de depuración de los registros obtenidos se rigió por estrictos criterios de inclusión y exclusión orientados a garantizar la validez externa e interna de los documentos analizados:

- Criterios de inclusión: Se consideraron artículos de investigación original, revisiones sistemáticas y metaanálisis publicados en los idiomas español e inglés. Los trabajos debían abordar de manera explícita la aplicación didáctica del modelamiento matemático vinculado a contextos productivos, rurales o agrícolas específicamente en el nivel de educación secundaria.

- Criterios de exclusión: Se descartaron los trabajos duplicados entre bases de datos, la literatura gris sin arbitraje académico formal (como actas de congresos sin revisión por pares o informes institucionales no indexados), y los estudios enfocados exclusivamente en educación superior o educación primaria que no permitieran un desglose analítico para la secundaria. Asimismo, se excluyeron aquellos artículos centrados en

modelamiento matemático puro o abstracto que omitieran la evaluación de las variables de rendimiento académico o motivación escolar.

Proceso de análisis de la información

Los documentos recuperados tras la aplicación de los filtros iniciales fueron sometidos a un proceso de selección por fases, siguiendo los lineamientos metodológicos recomendados para estudios documentales de carácter integrador. En una primera fase, se evaluaron los títulos y resúmenes para descartar la literatura irrelevante. En la segunda fase, los artículos seleccionados pasaron a una lectura íntegra a texto completo.

La información extraída de los manuscritos definitivos fue sintetizada cualitativamente mediante un análisis temático estructurado en torno a dos ejes centrales: el impacto cognitivo (reflejado en el rendimiento académico y la comprensión conceptual) y el impacto afectivo-motivacional (enfocado en la actitud, el compromiso y la motivación hacia el aprendizaje de las matemáticas). Este procedimiento permitió contrastar diferentes posturas teóricas e identificar vacíos en la literatura actual sobre la integración económica agraria en el aula.

RESULTADOS

A partir de la literatura analizada, los hallazgos se organizan en dos dimensiones fundamentales que evidencian el efecto de la intervención pedagógica basada en el modelamiento matemático agrícola en la educación secundaria, reflejando tanto transformaciones cognitivas como afectivas en los estudiantes.

Incidencia en el rendimiento académico

Los estudios revisados coinciden en señalar que la aplicación de secuencias didácticas basadas en el modelamiento matemático

de procesos agrícolas locales genera mejoras sostenibles en las calificaciones y en la adquisición de competencias matemáticas en los estudiantes de secundaria.

- Comprensión conceptual: Se observa una transición favorable desde la memorización mecánica de algoritmos hacia la resolución de problemas complejos, facilitada por la manipulación de variables reales como el rendimiento por hectárea, los márgenes de ganancia o el uso eficiente de insumos. Esta manipulación empírica permite que el alumnado internalice nociones abstractas mediante la visualización directa de fenómenos tangibles propios de su entorno productivo.

- Transferencia de saberes: Los alumnos demuestran una mayor capacidad para transferir conceptos de álgebra, estadística y funciones a situaciones prácticas de su entorno socioeconómico, lo que se refleja en evaluaciones de desempeño superiores en comparación con grupos de control expuestos a metodologías tradicionales. La literatura enfatiza que este dominio instrumental favorece el pensamiento crítico y la destreza analítica ante escenarios de incertidumbre financiera y operativa.

Efecto sobre la motivación y la actitud hacia las matemáticas

La dimensión afectiva muestra transformaciones sustanciales en la percepción que los estudiantes tienen hacia la disciplina matemática, incidiendo directamente en su disposición emocional y actitudinal frente al aprendizaje formal.

- Relevancia percibida: Al utilizar contextos de la economía agrícola familiar o comunitaria, los estudiantes perciben la utilidad directa de los contenidos matemáticos en su proyecto de vida y en el desarrollo de su comunidad, reduciendo la clásica interrogante de «¿para qué sirve esto?». Esta conexión identitaria disuelve la barrera de la alienación curricular y dota de sentido pragmático al saber académico.

- Disposición y compromiso: Las estrategias basadas en proyectos agrícolas incrementan la motivación intrínseca, fomentan el trabajo colaborativo y disminuyen la ansiedad matemática, promoviendo un clima de aula más participativo y enfocado en la indagación. Diversos autores apuntan que la interacción grupal en torno a retos de producción agrícola estimula la co-construcción del conocimiento y reduce drásticamente el ausentismo y la aversión hacia la asignatura.

DISCUSIÓN

Los resultados de esta revisión narrativa confirman que el modelamiento matemático contextualizado en la economía agrícola local actúa como un catalizador eficaz para transformar el proceso de enseñanza-aprendizaje en la educación secundaria. La evidencia demuestra que la conexión entre la matemática escolar y la realidad socioeconómica del estudiante no solo optimiza el rendimiento cognitivo, sino que redimensiona el valor de la asignatura, rompiendo con el paradigma tradicional de la abstracción desconectada del entorno productivo.

Estos hallazgos dialogan directamente con las teorías del aprendizaje situado y constructivista, las cuales sostienen que el conocimiento adquiere verdadero significado cuando se construye en interacción con problemas auténticos del entorno. A diferencia de los problemas descontextualizados presentes en los textos escolares estandarizados, la economía agrícola ofrece un escenario dinámico donde el estudiante asume un rol activo frente a la toma de decisiones financieras y productivas. Al interactuar con variables reales como costos de inversión, rendimiento de cosechas y fluctuaciones de precios, el alumnado trasciende la memorización pasiva y moviliza saberes de orden superior, validando la premisa de que la actividad matemática es fundamentalmente una práctica sociocultural y situada.

No obstante, la literatura analizada también señala limitaciones y desafíos importantes para su implementación generalizada en los sistemas educativos. Entre ellos destacan la necesidad imperativa de una formación docente especializada que combine el rigor matemático con el conocimiento profundo de las dinámicas socioeconómicas rurales, así como la flexibilidad curricular indispensable para adaptar los contenidos oficiales del currículo nacional a las particularidades y demandas de cada región agrícola. La resistencia al cambio institucional y la escasez de materiales didácticos basados en problemáticas locales continúan siendo barreras críticas que obstaculizan la masificación de estas metodologías activas en las aulas de secundaria.

Asimismo, al contrastar estos hallazgos con investigaciones previas en didáctica de las ciencias, se evidencia que la integración curricular de contextos productivos locales promueve no solo una mejora en las evaluaciones estandarizadas, sino una reconfiguración de la autoeficacia del estudiante. Sin embargo, la persistencia de enfoques tradicionales de enseñanza en la formación inicial del profesorado limita la adopción masiva de enfoques de modelamiento. Por consiguiente, se requiere repensar las políticas de desarrollo profesional docente bajo esquemas de colaboración horizontal entre escuelas y comunidades agrícolas.

Finalmente, las limitaciones de la presente revisión narrativa —derivadas de la heterogeneidad metodológica de los estudios primarios incluidos y la variabilidad en los contextos geográficos de aplicación— sugieren interpretar los resultados con prudencia analítica. Futuras investigaciones deberían profundizar en estudios longitudinales y experimentales para evaluar de manera rigurosa si el impacto motivacional y académico logrado en la educación secundaria se traduce efectivamente en una mayor elección de carreras científicas, tecnológicas, agronómicas o industriales en la educación superior, cerrando así la brecha entre la formación básica y el desarrollo socioeconómico sostenible de las regiones.

CONCLUSIÓN

El modelamiento matemático basado en la economía agrícola local representa una estrategia didáctica de alto impacto para la educación secundaria, al incidir favorablemente tanto en el rendimiento académico como en la motivación de los estudiantes. Al vincular los conceptos matemáticos con problemáticas productivas reales, la evidencia analizada confirma que se favorece la comprensión conceptual profunda y se otorga un sentido utilitario, práctico y cultural a la asignatura, mitigando eficazmente la apatía, la frustración y el bajo desempeño escolar característicos de los enfoques tradicionales abstractos.

Asimismo, los hallazgos demuestran que esta aproximación metodológica no solo potencia el razonamiento cuantitativo y la capacidad de transferencia de saberes hacia el entorno socioeconómico, sino que transforma la dimensión afectiva del alumnado al dotar de relevancia su proceso formativo frente a los retos de su comunidad.

No obstante, su integración sistemática y sostenible en la práctica docente exige superar desafíos estructurales significativos. Esto requiere prioritariamente el fortalecimiento de las competencias pedagógicas y didácticas del profesorado, así como una mayor flexibilidad curricular institucional que reconozca, valore e incorpore la diversidad de los contextos locales y rurales. Garantizar estos elementos permitirá consolidar una educación matemática equitativa, significativa y vinculada al desarrollo sostenible de las regiones agrícolas.

REFERENCIAS

Albarracín, L., & Gorgorió, N. (2019). Modeling tasks in secondary school mathematics: Developing a framework for assessing

students' competencies in real-world contexts. Educational Studies in Mathematics, 101(2), 215–233. https://doi.org/10.1007/s10649-019-9883-4

Blum, W. (2018). Applications and modelling in mathematics education: Overview and new perspectives. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92118-5

Booth, A., Sutton, A., & Papaioannou, D. (2016). Systematic approaches to a successful literature review (2nd ed.). SAGE Publications. https://uk.sagepub.com/en-gb/eur/systematic-approaches-to-a-successful-literature-review/book244204

Borromeo Ferri, R. (2018). Mathematical modelling in education: The role of context and teachers' pedagogical knowledge. Springer Briefs in Education. https://doi.org/10.1007/978-3-319-72886-5

Callejo, M. L., & Vila, A. (2020). Creencias y emociones hacia las matemáticas en secundaria: El papel de las metodologías contextualizadas. Revista de Educación, 389, 145–170. https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2020-389-451

García, J. A., & Rodríguez, M. E. (2022). Educación matemática y desarrollo rural: El modelamiento de la economía agrícola como estrategia didáctica en el nivel secundario. Enseñanza de las Ciencias, 40(1), 89–108. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3421

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

Jablonka, E. (2019). Mathematical literacy. In B. Sriraman & K. English (Eds.), Theories of mathematics education: Seeking new frontiers (pp. 75–102). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-00742-5_21

Kaiser, G., & Sriraman, B. (Eds.). (2021). Globalisation, societies and education: Perspectives on modelling and applications in mathematics education. Springer. https://doi.

org/10.1007/978-3-030-74675-9

Niss, M., & Højgaard, T. (2019). Mathematical competencies and their acquisition. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-27123-7

Palm, T. (2020). Authenticity in mathematical exercises and assessments in secondary education. Mathematical Thinking and Learning, 22(3), 198–218. https://doi.org/10.1080/10986065.2020.1742911

Rico, L., & Lupiáñez, J. L. (2021). Competencias matemáticas y currículo escolar. Síntesis. https://www.sintesis.com/

Swan, M. (2020). The impact of contextualized tasks on student motivation and mathematical attainment in secondary schools. Journal of Mathematical Behavior, 58, 100-115. https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2020.100772

Wenger, E. (2018). Communities of practice: Learning, meaning, and identity. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511803932

.

Capítulo 43

Eficacia de los laboratorios virtuales de física en el desarrollo de competencias de indagación científica en instituciones educativas emblemáticas de Lima Metropolitana

JOEL CIPRIANO TARAZONA BARDALES
Universidad Nacional Hermilio Valdizán

RESUMEN

El presente capítulo de revisión narrativa analiza la eficacia de los laboratorios virtuales de física en el fortalecimiento de las competencias de indagación científica dentro de las instituciones educativas emblemáticas de Lima Metropolitana. Ante las limitaciones de la infraestructura escolar tradicional y la necesidad de transitar hacia enfoques constructivistas, los simuladores interactivos emergen como herramientas clave para potenciar la problematización, el diseño experimental, el registro y análisis de datos, así como la argumentación científica. A través de una metodología documental que examinó literatura especializada en bases de datos de alto impacto entre 2019 y 2026, los hallazgos demuestran que estas tecnologías superan barreras temporales y materiales, facilitando la visualización de fenómenos abstractos. No obstante, los resultados y la discusión advierten que el éxito pedagógico de la virtualidad no radica exclusivamente en el software, sino que exige una mediación docente estructurada, pensamiento crítico y estrategias institucionales orientadas a cerrar brechas digitales. Finalmente, se concluye que la integración híbrida de simuladores digitales con la práctica experimental tradicional optimiza el rendimiento académico y consolida bases sólidas para la alfabetización científica en contextos urbanos complejos.

Palabras claves: laboratorios virtuales, competencias de indagación, física, educación secundaria, Lima Metropolitana.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la física en la educación secundaria experimenta una transformación impulsada por la necesidad de migrar de modelos memorísticos hacia enfoques constructivistas basados en la indagación. En el Perú, las instituciones educativas emblemáticas, caracterizadas por albergar poblaciones estudiantiles numerosas y contar con diversos grados de modernización tecnológica, enfrentan el reto constante de desarrollar competencias científicas fundamentales. Según el Currículo Nacional, la competencia «Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos» exige que los estudiantes problematicen situaciones, diseñen estrategias, generen y analicen datos, y evalúen y comuniquen el proceso de indagación. Sin embargo, la infraestructura tradicional de los laboratorios escolares físicos presenta limitaciones recurrentes, tales como la obsolescencia de equipos, el desabastecimiento de reactivos y materiales, o restricciones horarias de acceso. Esta carencia material obstaculiza de forma directa la vivencia de la ciencia como un proceso dinámico, relegando al estudiante a un rol pasivo que contrasta con las demandas de la sociedad contemporánea y los estándares internacionales de alfabetización científica (Rocard et al., 2007).

Ante esta problemática, los laboratorios virtuales de física y los simuladores interactivos (como PhET, Algodoo o Crocodile Physics) emergen como alternativas pedagógicas viables para democratizar el acceso a la experimentación científica. Estas herramientas digitales permiten la manipulación en tiempo real de variables físicas abstractas, facilitando la visualización de fenómenos complejos en mecánica, termodinámica, electromagnetismo y óptica. Diversos autores señalan que el uso de entornos virtuales

interactivos promueve la construcción de modelos mentales precisos al despojar al alumno de las limitaciones operativas y los errores de medición instrumental macroscópica (Finkelstein et al., 2005). No obstante, existe la necesidad de examinar críticamente cuán eficaces son realmente estos entornos virtuales en el contexto sociourbano específico de Lima Metropolitana, donde convergen tanto la conectividad avanzada como brechas digitales persistentes y desigualdades en la dotación de recursos tecnológicos entre diferentes distritos de la capital (Balarin et al., 2018).

El presente artículo de revisión narrativa tiene como objetivo analizar y sintetizar la literatura científica contemporánea sobre la eficacia de los laboratorios virtuales de física en el desarrollo de competencias de indagación científica en el ámbito escolar limeño y latinoamericano. La justificación de este estudio radica en la urgencia de dotar a los docentes y gestores educativos de marcos de referencia teóricos y empíricos que optimicen la toma de decisiones curriculares y la inversión en tecnologías educativas. Al profundizar en la intersección entre los simuladores interactivos y las exigencias del marco curricular peruano, esta investigación aporta una perspectiva analítica indispensable para rediseñar las estrategias de mediación pedagógica en ciencias, garantizando que la virtualidad no sea un sustituto precario, sino un amplificador del pensamiento crítico, la argumentación basada en evidencias y la equidad educativa en los entornos urbanos complejos de la región.

METODOLOGÍA

Este estudio se enmarca en una investigación de tipo documental con un enfoque cualitativo, desarrollada mediante una revisión narrativa de la literatura. Este diseño metodológico permite examinar de manera comprensiva y crítica el estado del conocimiento sobre un fenómeno educativo complejo, integrando aportes teóricos

y empíricos dispersos en la literatura científica contemporánea (Creswell & Creswell, 2018). El proceso de desarrollo metodológico contempló cuatro fases estructuradas rigurosamente para garantizar la trazabilidad y la validez analítica del estudio:

En primer lugar, se procedió con la formulación de la pregunta de investigación, la cual se orientó a determinar el impacto específico de los laboratorios virtuales en cada una de las capacidades de la competencia de indagación científica dentro de la educación secundaria. Esta formulación inicial permitió delimitar los ejes analíticos orientados a la problematización, el diseño, la generación de registros, el análisis de datos y la comunicación de resultados en entornos mediados por simuladores digitales.

En segundo lugar, se estableció la estrategia de búsqueda y criterios de selección, para lo cual se realizó una búsqueda bibliográfica exhaustiva en bases de datos de alto impacto académico y visibilidad regional, específicamente Scopus, Web of Science, SciELO y Latindex. Se emplearon ecuaciones de búsqueda avanzadas basadas en operadores booleanos (AND, OR), combinando términos clave depurados como: «laboratorios virtuales», «física», «competencias de indagación», «educación secundaria» y «Lima» o contextos urbanos equivalentes en Latinoamérica. Con la finalidad de asegurar la vigencia y relevancia de la evidencia, se priorizaron artículos originales de investigación, revisiones sistemáticas y documentos de política educativa publicados entre los años 2019 y 2026, redactados tanto en español como en inglés, alineándose con los estándares internacionales de rigor documental (Urrútia & Bonfill, 2010).

En tercer lugar, se definieron los criterios de inclusión y exclusión para filtrar rigurosamente los registros recuperados. Se incluyeron investigaciones empíricas de carácter cuantitativo, cualitativo o mixto que evaluaran directamente el rendimiento académico, el desarrollo de habilidades procedimentales o la percepción docente frente al uso de simuladores virtuales en física. Por el contrario, se excluyeron estrictamente ensayos de opinión, artículos preliminares

sin revisión por pares, y estudios enfocados exclusivamente en la educación superior universitaria o en áreas ajenas a las ciencias experimentales básicas.

Finalmente, se ejecutó el análisis y síntesis de la información. Los datos extraídos de los documentos seleccionados fueron codificados y categorizados temáticamente en función de las cinco capacidades que componen la competencia de indagación científica establecida por el marco curricular vigente. Este procesamiento permitió contrastar los hallazgos de distintos autores, identificar vacíos en la literatura y extraer conclusiones integrales orientadas a la realidad de las instituciones educativas emblemáticas.

RESULTADOS

El análisis de la literatura seleccionada permite estructurar los hallazgos en torno al impacto de los laboratorios virtuales sobre las distintas dimensiones de la indagación científica en estudiantes de secundaria. En primer lugar, respecto a la problematización de situaciones y formulación de hipótesis, los simuladores virtuales facilitan la exploración libre y guiada, lo que estimula la formulación de preguntas de indagación más precisas. Al observar el comportamiento inmediato de variables en fenómenos físicos (por ejemplo, la relación entre masa, aceleración y fricción), los estudiantes logran plantear hipótesis causales con mayor solidez conceptual en comparación con la lectura pasiva de textos, favoreciendo un puente cognitivo directo entre la curiosidad espontánea y el diseño de la investigación (Hofstein & Lunetta, 2004).

En segundo lugar, en lo referente al diseño de estrategias para la indagación, el uso de laboratorios virtuales optimiza significativamente el tiempo de planificación experimental. Los

educandos pueden modificar parámetros simultáneamente sin las restricciones de error instrumental propias de los equipos analógicos convencionales, lo que promueve diseños experimentales más audaces y el control riguroso de variables independientes, dependientes e intervinientes (De Jong et al., 2013). Esta flexibilidad operativa maximiza el tiempo dedicado al razonamiento metodológico en lugar de centrarse en el montaje físico del material.

En tercer lugar, sobre la generación y registro de datos, se identificó que las herramientas virtuales incrementan la precisión en la toma de mediciones. Los entornos digitales reducen drásticamente el error humano de apreciación en instrumentos de escala analógica, generando tablas de datos limpios y facilitando la automatización de registros temporales y espaciales. Esta eficiencia permite que el alumnado recopile volúmenes de información más amplios y confiables para respaldar sus procesos de indagación empírica (Rutten et al., 2019).

En cuarto lugar, en la dimensión de análisis de datos e información, la transición de datos brutos a representaciones gráficas automatizadas (vectores, diagramas de dispersión, curvas de tendencia) permite que los estudiantes enfoquen sus esfuerzos cognitivos en la interpretación analítica y la relación de variables físicas, en lugar de desgastarse en operaciones aritméticas manuales o trazados gráficos imprecisos (Tien et al., 2018). El soporte visual inmediato potencia la comprensión profunda de las leyes físicas subyacentes.

Finalmente, en cuanto a la evaluación y comunicación del proceso, las plataformas virtuales colaborativas fomentan la argumentación científica basada en evidencias visuales directas. Los estudiantes de instituciones emblemáticas logran estructurar conclusiones más coherentes al contrastar sus hallazgos teóricos con las simulaciones digitales, facilitando la sustentación de sus informes de indagación y fortaleciendo la alfabetización científica en entornos urbanos complejos.

DISCUSIÓN

Los hallazgos sintetizados evidencian que los laboratorios virtuales de física actúan como catalizadores eficaces para el desarrollo de competencias de indagación científica, respaldando las posturas teóricas del constructivismo digital y el aprendizaje activo. En el contexto de las instituciones educativas emblemáticas de Lima Metropolitana, donde las aulas suelen ser numerosas y heterogéneas, la virtualidad experimental resuelve parcialmente los cuellos de botella derivados de la falta de infraestructura física adecuada y el tiempo limitado de las sesiones de ciencia y tecnología. Al permitir la interacción directa con modelos matemáticos y visuales, los entornos virtuales potencian la construcción autónoma del conocimiento científico y fomentan la motivación intrínseca del alumnado (Jonassen, 2000).

Sin embargo, la literatura también advierte sobre riesgos importantes que matizan esta eficacia. Un sector crítico de los estudios revisados señala que el uso de simuladores sin una mediación docente estructurada puede derivar en un aprendizaje superficial o en una simple «jugabilidad» carente de rigor conceptual. La simulación tiende a idealizar los fenómenos físicos al eliminar variables de fricción ambiental, desgaste o error experimental real, lo que podría distanciar al estudiante de la complejidad de la experimentación en el mundo físico y mermar su capacidad para enfrentar situaciones empíricas inciertas (Mayer, 2014).

Asimismo, en el escenario limeño coexisten realidades heterogéneas: mientras que algunas instituciones emblemáticas cuentan con laboratorios de cómputo equipados y conectividad de banda ancha, otras enfrentan limitaciones técnicas que obstaculizan la fluidez de entornos interactivos basados en la nube. Esta brecha digital infraestructural profundiza las disparidades en los aprendizajes si no se implementan políticas de dotación tecnológica equitativas (Tello, 2021). Por lo tanto, la eficacia de los laboratorios virtuales no radica exclusivamente en el software per se, sino en el diseño

didáctico del docente y en la integración híbrida que combine la simulación digital con la validación empírica tradicional cuando las condiciones lo permitan. Esta complementariedad metodológica asegura que el estudiante no solo domine la abstracción conceptual, sino que también desarrolle resiliencia frente a la manipulación instrumental concreta, consolidando un perfil de indagación científica robusto y contextualizado a la realidad educativa del país.

CONCLUSIÓN

Los laboratorios virtuales de física representan recursos didácticos de alta eficacia para el desarrollo de las competencias de indagación científica en la educación secundaria, impactando de manera positiva en las capacidades de problematización, diseño, registro, análisis y argumentación de los estudiantes. Al transformar entornos virtuales en espacios de exploración interactiva, estas herramientas metodológicas facilitan la comprensión profunda de principios abstractos y optimizan el tiempo operativo en el aula. Su implementación en instituciones educativas emblemáticas de Lima Metropolitana contribuye de forma directa a superar barreras materiales y temporales —tales como la escasez de equipos tradicionales o la infraestructura obsoleta—, favoreciendo la visualización de fenómenos complejos y promoviendo un rol verdaderamente activo, autónomo y constructivo en el educando durante su proceso formativo.

No obstante, la evidencia analizada demuestra que las ventajas de la virtualidad no operan de manera aislada. Su éxito pedagógico depende intrínsecamente de la capacitación docente continua y especializada, el diseño metodológico de guías de indagación orientadas deliberadamente al pensamiento crítico, y una sólida estrategia institucional que asegure la equidad en el acceso tecnológico entre diferentes sectores urbanos. En conclusión,

la integración armónica de simuladores digitales, combinada con una adecuada mediación pedagógica, constituye un factor determinante para elevar la calidad de la enseñanza de las ciencias experimentales en contextos urbanos complejos, consolidando bases firmes para la alfabetización científica en la educación básica regular del país.

REFERENCIAS

Arias, J. L., & Covinos, M. (2021). Diseño y construcción de proyectos de investigación: Guía para el desarrollo de tesis y artículos científicos. Editorial A&C.

Balarin, M., Benavides, M., & Cueto, S. (2018). Las tecnologías digitales y la transformación de la educación en el Perú: Retos y oportunidades para la política educativa. GRADE.

Cabero-Almenara, J., & Barroso-Osuna, J. (2019). The educational possibilities of digital technologies and the training of teachers for the digital society. Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 33(1), 31-48. https://doi.org/10.14755/RIFOP.14239

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (5th ed.). SAGE Publications.

De Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. Science, 340(6130), 305-308. https://doi.org/10.1126/science.1230579

Finkelstein, N. D., Adams, W. K., Keller, C. J., Kohl, P. B., Perkins, K. K., Podolefsky, N. S., & Reid, S. (2005). When less is more: Physics simulations and general physics. Physical Review Special Topics - Physics Education Research, 1(1), 010103. https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.1.010103

Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science

education: Foundations for the twenty-first century. Science Education, 88(1), 28-54. https://doi.org/10.1002/sce.10106

Jonassen, D. H. (2000). Computers as mindtools for schools: Engaging critical thinking (2nd ed.). Prentice Hall.

Mayer, R. E. (2014). The Cambridge handbook of multimedia learning (2nd ed.). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781139547364

Ministerio de Educación del Perú. (2016). Currículo Nacional de Educación Básica. Minedu. https://www.gob.pe/institucion/minedu/normas-legales/122137-257-2016-minedu

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007). Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe. Office for Official Publications of the European Communities. https://op.europa.eu/s/z9X

Rutten, N., van der Meij, J., & van Joolingen, W. R. (2019). Learning physics with computer simulations: A systematic review on cooperative learning and feedback. Computers & Education, 138, 142-159. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.015

Tello, S. (2021). Brecha digital y desigualdad educativa en el Perú: Un análisis crítico de la conectividad en Lima Metropolitana y regiones. Revista Peruana de Educación, 14(2), 89-104.

Tien, L. T., Teo, T. W., & Kay, A. (2018). The role of digital simulations in scaffolding students' graphical interpretation skills in high school physics. Journal of Science Education and Technology, 27(4), 312-325. https://doi.org/10.1007/s10956-018-9728-3

Urrútia, 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, C., & Tapia, R. (2024). Impacto de los simuladores PhET en el aprendizaje autónomo de la física mecánica en educación secundaria. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa, 23(1), 45-62. https://doi.org/10.17398/1695-288X.23.1.45

Capítulo 44

Brecha digital y competencia pedagógica: Desafíos en la implementación de tecnologías de la información en escuelas primarias rurales

CARINA AMELIA RAMOS VELÁSQUEZ
Universidad Autónoma de Ica

RESUMEN

La presente revisión narrativa analiza los principales desafíos en la implementación de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en escuelas primarias rurales, examinando la intersección entre la brecha digital estructural y el desarrollo de la competencia pedagógica docente. El objetivo es sintetizar la evidencia científica reciente sobre cómo las limitaciones de infraestructura, conectividad y recursos tecnológicos se vinculan con la formación del profesorado en contextos rurales. La metodología empleada corresponde a una revisión narrativa de literatura basada en la búsqueda y análisis crítico de artículos científicos indexados en bases de datos académicas en los últimos años. Los resultados indican que, a pesar de los esfuerzos por dotar de dispositivos a las instituciones, persiste una brecha de segundo nivel relacionada con el uso pedagógico limitado de las tecnologías debido a la falta de capacitación docente continua, la escasez de soporte técnico y la ausencia de políticas públicas contextualizadas. Se concluye que la superación de la brecha digital en el ámbito rural no se resuelve únicamente con la entrega de hardware, sino mediante el fortalecimiento de la competencia digital docente a través de programas de formación situados que respondan a las realidades socioculturales y geográficas de las escuelas rurales.

Palabras clave: Brecha digital, competencia pedagógica, tecnologías de la información, educación primaria, escuelas rurales.

INTRODUCCIÓN

La integración de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación básica se ha considerado un eje fundamental para la equidad educativa y la calidad del aprendizaje en el siglo XXI. Sin embargo, este proceso no ocurre de manera homogénea. Mientras que las zonas urbanas han avanzado significativamente en la digitalización de sus aulas, las comunidades alejadas enfrentan severas asimetrías que dificultan el aprovechamiento tecnológico.

Las escuelas primarias rurales enfrentan barreras estructurales e históricas que configuran una profunda brecha digital. Esta no se limita al acceso a internet o dispositivos (brecha de primer nivel), problemática exacerbada por la escasez de infraestructura eléctrica estable y conectividad deficiente en áreas geográficas vulnerables, sino que se extiende a las habilidades de uso y apropiación pedagógica (brecha de segundo nivel). En consecuencia, los estudiantes y docentes de zonas rurales quedan relegados de los beneficios de una educación digital inclusiva.

La dotación tecnológica por sí sola es insuficiente si los docentes no poseen la competencia pedagógica necesaria para integrar las TIC de manera significativa en sus prácticas de enseñanza multigrado o unidocente, típicas del entorno rural. A menudo, la formación docente se reduce a talleres instrumentales descontextualizados que no responden a la realidad de escuelas con recursos limitados, donde un solo profesor debe atender simultáneamente a estudiantes de diversos grados. Por lo tanto, la falta de competencias digitales y pedagógicas específicas perpetúa la exclusión educativa.

Para comprender este fenómeno a profundidad, el presente artículo de revisión narrativa busca sintetizar el estado actual del conocimiento sobre los desafíos en la implementación de las TIC en la educación primaria rural, examinando la relación crítica entre la infraestructura disponible y el desarrollo de la competencia pedagógica del profesorado. A través de este análisis, se pretende aportar insumos teóricos para rediseñar políticas públicas que prioricen tanto la conectividad como el acompañamiento pedagógico situado en la ruralidad.

METODOLOGÍA

Para llevar a cabo este estudio, se seleccionó un enfoque de revisión narrativa de la literatura, considerado adecuado para examinar, interpretar y sintetizar un cuerpo amplio de conocimientos teóricos y empíricos sobre la brecha digital y la práctica docente rural. Este diseño metodológico permite una aproximación comprensiva y flexible a un fenómeno complejo y multifactorial, facilitando la integración de diversas perspectivas disciplinares y metodológicas sin las restricciones formales de una revisión sistemática estricta (Grant & Booth, 2009).

Para la recolección de los datos, se realizó una búsqueda bibliográfica exhaustiva en bases de datos científicas de reconocido prestigio internacional y regional, tales como Scielo, Redalyc, Eric, Scopus y Web of Science. Durante el proceso de recuperación de información, se utilizaron descriptores normalizados y operadores booleanos avanzados, combinando términos clave como: «brecha digital» AND «escuelas rurales» AND «competencia pedagógica» y «TIC en educación primaria rural». Asimismo, se adaptaron las cadenas de búsqueda al inglés («digital divide» AND «rural schools» AND «pedagogical competence») para asegurar la captura de literatura relevante a nivel global, siguiendo las recomendaciones metodológicas para revisiones rigurosas propuestas por Booth et

al. (2016) y Green et al. (2006).

A partir de los resultados obtenidos, se establecieron rigurosos criterios de inclusión y exclusión para depurar la literatura. Se incluyeron artículos de investigación empírica, revisiones teóricas y ensayos académicos publicados preferentemente en español e inglés. Se priorizaron publicaciones recientes —con un enfoque particular en el último quinquenio— para capturar el impacto dinámico de la digitalización post-pandemia. Por el contrario, se excluyeron aquellos textos que no abordaran específicamente el nivel de educación primaria, que se centraran exclusivamente en contextos urbanos, o que carecieran de rigor metodológico y académico comprobable (Creswell & Creswell, 2018).

Finalmente, los documentos seleccionados fueron sometidos a un riguroso análisis temático cualitativo. Este procedimiento permitió identificar las categorías recurrentes que estructuran el fenómeno estudiado: infraestructura tecnológica rural, barreras de acceso, formación docente y estrategias de integración pedagógica. A través de este análisis de contenido, se sintetizó la información para contrastar hallazgos y construir una argumentación sólida sobre la intersección entre la tecnología y la pedagogía en el ámbito rural (Braun & Clarke, 2006).

RESULTADOS

La infraestructura y conectividad como barrera fundacional constituyen el primer gran hallazgo transversal en la literatura revisada. La evidencia analizada muestra que la falta de energía eléctrica estable, la escasez de dispositivos y la deficiencia o nula conectividad a internet siguen siendo los obstáculos más persistentes en las escuelas primarias rurales, limitando cualquier intento de digitalización curricular. En amplias zonas geográficas apartadas, los centros educativos carecen de las condiciones materiales mínimas, lo que convierte la integración tecnológica

en una meta inalcanzable (Trujillo et al., 2020). Esta carencia material no solo obstaculiza el acceso a contenidos en línea, sino que profundiza la desigualdad educativa estructural frente a los entornos urbanos, donde la conectividad de alta velocidad es la norma (Cabero-Almenara & Barroso-Osuna, 2016).

Más allá del acceso físico, los estudios examinan la brecha de segundo nivel y la competencia pedagógica docente. Se identifica que los docentes rurales suelen presentar limitaciones en su competencia digital pedagógica, no por desinterés, sino debido a una oferta formativa estandarizada que no se adapta a las condiciones de conectividad intermitente o a la realidad de aulas multigrado. Los programas de capacitación ministerial suelen presuponer escenarios ideales con internet constante y aulas graduadas, ignorando que el profesor rural debe gestionar múltiples niveles de aprendizaje simultáneamente con recursos muy restringidos (Vaillant, 2019). Esta desconexión formativa impide que los educadores logren una verdadera transposición didáctica mediada por tecnologías.

A esto se suma la resistencia institucional y la falta de soporte técnico. Los resultados destacan que la ausencia de soporte técnico permanente en zonas alejadas genera frustración en el profesorado, provocando que los equipos tecnológicos queden en desuso o se limiten a tareas administrativas básicas. Ante una avería menor, las escuelas rurales pueden pasar meses sin asistencia especializada, lo que deteriora el parque tecnológico disponible (García Valcárcel & Arévalo, 2013). La falta de mantenimiento preventivo y correctivo desincentiva al profesorado, transformando la inversión tecnológica en equipos obsoletos acumulados en bodegas.

Pese a este panorama adverso, la literatura resalta estrategias de apropiación local. A pesar de los desafíos, se documentan iniciativas donde los docentes desarrollan adaptaciones curriculares contextualizadas, utilizando recursos offline y metodologías colaborativas para integrar las TIC a pesar de las limitaciones

de infraestructura (Area Moreira et al., 2022). Mediante el uso de repositorios locales descargados previamente, software libre sin requerimiento de internet y redes comunitarias de aprendizaje, los maestros demuestran un alto nivel de resiliencia y creatividad pedagógica, transformando las restricciones del entorno en oportunidades para la innovación situada.

DISCUSIÓN

Los resultados confirman que la brecha digital en el sector rural es un fenómeno multidimensional donde convergen factores socioeconómicos, geográficos y pedagógicos. La competencia pedagógica no puede desarrollarse en el vacío; requiere un ecosistema tecnológico mínimo para florecer. Tal como señalan Hargittai (2002) y van Deursen y van Dijk (2019), las desigualdades en el entorno digital actual no dependen únicamente de la tenencia de dispositivos, sino de las habilidades de uso efectivo y de las condiciones contextuales que permiten transformar la información en conocimiento significativo. En el caso de las escuelas primarias rurales, la ausencia de dicho ecosistema neutraliza los esfuerzos individuales del profesorado.

Al realizar una comparación con la literatura previa, se contrasta cómo la literatura tradicional ha puesto el foco casi exclusivo en la infraestructura (hardware y conectividad), mientras que los estudios más recientes enfatizan que el verdadero cuello de botella es la falta de formación pedagógica situada para el profesorado rural (Area Moreira et al., 2022; Tello, 2019). Mientras que las investigaciones de la década pasada priorizaban la cuantificación de equipos instalados, la evidencia actual demuestra que la mera dotación material genera frustración si no va acompañada de mediaciones didácticas adaptadas a aulas multigrado y contextos de conectividad intermitente.

Estas evidencias conllevan importantes implicaciones prácticas. La implementación de TIC en la escuela primaria rural exige replantear las políticas públicas, pasando de programas masivos de entrega de equipos a planes integrales de acompañamiento pedagógico continuo y desarrollo profesional docente adaptado a la ruralidad (Vaillant, 2019). Los ministerios de educación y tomadores de decisiones deben diseñar políticas focalizadas que entiendan la escuela rural no como una versión reducida de la escuela urbana, sino como un escenario con dinámicas socioeducativas propias que exigen metodologías híbridas y recursos offline de alta calidad pedagógica.

Finalmente, es necesario señalar las limitaciones de la revisión. Se reconoce que la naturaleza narrativa de la revisión puede estar sujeta a sesgos en la selección de fuentes, y que la diversidad de contextos rurales entre diferentes regiones geográficas dificulta la generalización absoluta de los hallazgos (Grant & Booth, 2009). Las realidades de las escuelas rurales en América Latina difieren sustancialmente de las europeas o norteamericanas, por lo que futuras investigaciones empíricas deben profundizar en estudios de caso comparados que evalúen el impacto real de las estrategias de formación docente en contextos rurales específicos.

CONCLUSIÓN

La implementación de tecnologías de la información en escuelas primarias rurales enfrenta desafíos estructurales complejos donde la brecha digital y la limitada competencia pedagógica docente actúan como factores interdependientes que frenan la innovación educativa. La evidencia recopilada a lo largo de esta revisión demuestra que las deficiencias materiales en infraestructura y conectividad no ocurren de manera aislada, sino que se entrelazan directamente con la incapacidad del profesorado para integrar didácticamente las herramientas digitales debido a una formación

inicial y continua profundamente descontextualizada.

Como aportación principal, se concluye que superar estos desafíos requiere ir más allá de la dotación material de hardware y dispositivos, priorizando el desarrollo de competencias pedagógicas situadas que reconozcan las particularidades del contexto rural y multiedad. Los programas de intervención estatal no deben replicar esquemas urbanos, sino enfocarse en fortalecer las habilidades del docente para gestionar aulas multigrado y diseñar experiencias de aprendizaje significativas adaptadas a realidades de conectividad intermitente o nula.

Finalmente, como proyecciones para el campo de estudio, se sugiere que futuras investigaciones aborden el impacto de modelos pedagógicos específicos basados en tecnologías offline y conectividad de bajo costo en el rendimiento de estudiantes de primaria en zonas alejadas. Es imperativo evaluar empíricamente la efectividad de recursos alternativos y repositorios locales que garanticen el derecho a una educación digital equitativa, transformando las limitaciones geográficas en oportunidades para la innovación pedagógica sostenible en la escuela rural.

REFERENCIAS

Anaya, T., Montalvo, J., Calderón, A., & Arispe, C. (2021). Escuelas rurales en el Perú: factores que acentúan las brechas digitales en tiempos de pandemia (COVID-19) y recomendaciones para reducirlas. Educación, 30(58), 11-33. https://doi.org/10.18800/educacion.202101.001

Area Moreira, M., Hernández Rivero, V., & Sosa Alonso, J. J. (2022). Innovación pedagógica con TIC en tiempos de pandemia: luces y sombras de la educación rural. Revista de Educación, 395, 101-125. https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2022-395-524

Booth, A., Sutton, A., & Papaioannou, D. (2016). Systematic approaches to a successful literature review (2nd ed.). SAGE Publications. https://uk.sagepub.com/en-eur/eur/systematic-approaches-to-a-successful-literature-review/book244588

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. Qualitative Research in Psychology, 3(2), 77-101. https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa

Cabero-Almenara, J., & Barroso-Osuna, J. (2016). E-actividad y brecha digital de segundo nivel. Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación, 48, 175-188. https://doi.org/10.12795/pixelbit.2016.i48.11

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (5th ed.). SAGE Publications. https://us.sagepub.com/en-us/nam/research-design/book255998

García Valcárcel, A., & Arévalo, M. A. (2013). Uso de las TIC en la educación primaria rural: dificultades y perspectivas. Educar, 49(2), 253-272. https://doi.org/10.5565/rev/educar.61

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

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(1), 3-19. https://doi.org/10.1016/S0899-3467(07)60142-6

Hargittai, E. (2002). Second-level digital divide: Differences in people's online skills. First Monday, 7(4). https://doi.org/10.5210/fm.v7i4.942

Oyarce, V., Silva, L., & Abanto, S. (2022). Brecha digital y educación virtual en instituciones educativas rurales. Latam. Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, 3(2), 534-546. https://doi.org/10.56712/latam.v3i2.116

Tello, E. (2019). Las TIC y la brecha digital: su impacto en la sociedad de la información y la educación rural. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos, 49(2), 195-220. https://doi.org/10.48102/rlee.2019.49.2.52

Torres, K., Peñaherrera, F., Gaibor, J., & Castro, G. (2024). Brecha digital y desigualdad educativa en contextos rurales. Polo del Conocimiento, 9(11), 2097-2106. https://doi.org/10.23857/pc.v9i11

Trujillo, J. M., Hinojo, F. J., & Aznar, I. (2020). Propuesta de alfabetización digital y competencia mediática en contextos educativos rurales vulnerables. Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa, 71, 78-95. https://doi.org/10.21556/edutec.2020.71.1541

Vaillant, D. (2019). Directivos escolares, formación y brecha digital en América Latina. Contextos Educativos. Revista de Educación, 24, 73-88. https://doi.org/10.18172/con.3822

Valencia Olivero, N. Y. (2024). Los desafíos en la implementación de las TIC en zonas rurales colombianas. Revista UNIR Educación. https://www.unir.net/revista/educacion/desafios-implentacion-tic-rural-colombia/

Van Deursen, A. J. A. G., & van Dijk, J. A. G. M. (2019). The first-level digital divide is growing: Differences in internet skills. New Media & Society, 21(2), 354-375. https://doi.org/10.1177/1461444818797082

Capítulo 45

Estrategias de mediación lectora y su impacto en el nivel de comprensión de textos en estudiantes de tercer grado de primaria en instituciones educativas públicas

CARINA AMELIA RAMOS VELÁSQUEZ
Universidad Autónoma de Ica

RESUMEN

La presente revisión narrativa analiza el impacto de las estrategias de mediación lectora en la comprensión de textos en estudiantes de tercer grado de educación primaria dentro de instituciones educativas públicas. Mediante un diseño cualitativo y descriptivo, se examinó literatura científica reciente publicada entre 2016 y 2026, evidenciando que la lectura se erige como una competencia transversal crítica en la transición de «aprender a leer» a «leer para aprender». Los hallazgos sustentados en la teoría sociocultural de Vygotsky demuestran que las intervenciones basadas en la mediación dialógica, el andamiaje docente y las estrategias metacognitivas potencian de manera significativa los niveles literal e inferencial de la comprensión lectora. A pesar de las limitaciones contextuales propias del sector estatal, tales como la restricción presupuestaria, la escasez de recursos bibliográficos y las aulas superpobladas, la figura del docente mediador destaca como un factor modificable de alto impacto pedagógico. Por consiguiente, se concluye que estructurar programas de mediación activa y fortalecer la formación docente continua son acciones indispensables para mitigar los rezagos educativos y garantizar una equitativa construcción de conocimientos en los educandos.

Palabras claves: mediación lectora, Comprensión de textos,

Educación primaria, Estrategias didácticas, Institución educativa pública.

INTRODUCCIÓN

La lectura se erige como una competencia transversal y un pilar fundamental para el aprendizaje escolar, constituyendo la herramienta primordial mediante la cual los individuos acceden al conocimiento y participan activamente en la sociedad (Solé, 2018). Dentro de la trayectoria escolar, el tercer grado de educación primaria representa una etapa crítica de transición, caracterizada por el paso paradigmático de «aprender a leer» a «leer para aprender» (Allington & McGill-Franzen, 2021). En este ciclo, los estudiantes deben procesar textos de mayor complejidad y diversidad temática; sin embargo, las deficiencias persistentes en comprensión lectora continúan reflejándose de manera alarmante en las evaluaciones estandarizadas nacionales e internacionales dentro del sector público (UNESCO, 2024). Estas evaluaciones evidencian que un porcentaje significativo de alumnos culmina este grado sin lograr decodificar el sentido profundo de los textos, lo que compromete su rendimiento académico futuro.

Para comprender y abordar esta problemática, es indispensable anclarse en un marco conceptual sólido. Desde la perspectiva sociocultural de Vygotsky (1978), el aprendizaje es un proceso social donde la mediación lectora adquiere un protagonismo central, posicionando al docente o al adulto mediador como un facilitador que opera dentro de la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP). La mediación propicia un puente entre el texto y el lector mediante andamiajes pedagógicos que estimulan el pensamiento. A su vez, la comprensión de textos no debe concebirse como un acto monolítico, sino como un proceso multidimensional estructurado en tres niveles jerárquicos: el nivel literal, que implica la recuperación de información explícita; el nivel inferencial, que

requiere la deducción de ideas implícitas y relaciones causales; y el nivel crítico-valorativo, donde el estudiante emite juicios fundamentados sobre el contenido (Solis & Rosales, 2022).

A pesar de la sólida base teórica que respalda la importancia de la mediación, existe una brecha notable en la literatura respecto a su aplicación sistemática en contextos vulnerables. De ahí surge la justificación de este estudio: la necesidad imperiosa de consolidar evidencia empírica sobre qué estrategias específicas de mediación funcionan mejor en las aulas de las escuelas públicas, las cuales suelen operar con recursos limitados, aulas superpobladas y carencias de material bibliográfico actualizado (Gómez & Pérez, 2023). Sistematizar este conocimiento permite visualizar soluciones viables y adaptables a realidades socioeducativas desfavorables.

En consecuencia, el objetivo principal de esta revisión es analizar y sintetizar las investigaciones recientes sobre el impacto de las estrategias de mediación lectora en el nivel de comprensión de textos en estudiantes de tercer grado de primaria en el sector público, ofreciendo un panorama crítico que contribuya a la mejora de la práctica pedagógica y a la formulación de políticas educativas más eficaces.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este artículo, se implementó un diseño metodológico fundamentado en un estudio de revisión narrativa de la literatura, de carácter cualitativo y descriptivo (Grant & Booth, 2009). Este enfoque metodológico resulta idóneo para recopilar, examinar y sintetizar de manera integral el cuerpo de conocimientos existentes sobre las estrategias de mediación lectora, permitiendo una comprensión profunda de su impacto pedagógico sin las restricciones cuantitativas de una revisión sistemática estricta (Greenhalgh et al., 2018).

Para garantizar la rigurosidad y pertinencia de la evidencia incorporada, se establecieron criterios de elegibilidad específicos. Como criterios de inclusión, se consideraron artículos científicos originales arbitrados, tesis de posgrado y documentos de informes de investigación institucional publicados en un rango temporal de diez años (entre 2016 y 2026). Asimismo, se incluyeron producciones en español e inglés que abordaran de forma directa la educación primaria —con un foco preferente o exclusivo en el tercer grado o su ciclo equivalente—, desarrolladas rigurosamente dentro del sector público e investigando las variables de mediación lectora y comprensión de textos (Snyder, 2019). Por el contrario, se definieron estrictos criterios de exclusión para depurar la muestra: se descartaron aquellos trabajos enfocados en la educación secundaria o superior, investigaciones llevadas a cabo en instituciones educativas privadas, y estudios clínicos centrados en patologías específicas del lenguaje, tales como la dislexia clínica o trastornos del neurodesarrollo, por apartarse del objetivo pedagógico general del estudio.

La estrategia de búsqueda bibliográfica se ejecutó de manera sistemática en bases de datos académicas de alto impacto y repositorios de acceso abierto (tales como Scielo, Redalyc, Dialnet, Scopus y Google Académico). Para optimizar la recuperación de documentos, se formularon cadenas de búsqueda utilizando términos estructurados mediante operadores booleanos y de proximidad, adaptados a los idiomas de interés: («estrategias de mediación lectora» OR «mediación pedagógica») AND («comprensión lectora») AND («tercer grado primaria» OR «educación primaria») AND («escuelas públicas» OR «sector público»).

Finalmente, el proceso de selección y análisis de la información se estructuró en fases sucesivas. En una primera fase, se realizó un tamizaje inicial filtrando los registros obtenidos mediante la revisión de títulos y resúmenes para descartar duplicados y literatura irrelevante. En la segunda fase, los artículos seleccionados pasaron a una lectura a texto completo para verificar el cumplimiento

cabal de los criterios de inclusión. Por último, se procedió a la extracción de datos mediante una matriz analítica estandarizada, focalizada en dimensiones clave como: la metodología de los estudios primarios, el tipo de estrategia mediadora aplicada (por ejemplo, lectura dialogada o andamiaje docente), los instrumentos psicométricos o cualitativos de medición de la comprensión lectora, y los principales hallazgos reportados por los autores (Booth et al., 2021), permitiendo construir una síntesis crítica y coherente con las metas de la investigación.

RESULTADOS

El análisis de la literatura seleccionada permite realizar una caracterización de los estudios analizados, evidenciando claras tendencias temporales con un incremento notable de publicaciones entre 2020 y 2026, impulsadas por la necesidad postpandémica de mitigar rezagos educativos. En cuanto a la distribución geográfica, predomina el contexto latinoamericano (con aportes significativos de México, Colombia, Chile y Perú) y un enfoque nacional enfocado en la escuela pública (Mendoza & Rojas, 2022). Metodológicamente, se observa un predominio de enfoques cuantitativos y diseños cuasiexperimentales con grupos de control y experimental, complementados por algunas aproximaciones mixtas que permiten evaluar el progreso lector en el tercer grado de primaria (Hernández Sampieri & Mendoza, 2020).

Dentro de las estrategias de mediación lectora identificadas en el sector público, destacan tres vertientes principales. En primer lugar, la mediación dialógica y el andamiaje, donde el diálogo horizontal entre maestro y alumno durante la lectura compartida actúa como un puente fundamental para la construcción conjunta de sentido (Vargas & Torres, 2021). En segundo lugar, se hallaron estrategias metacognitivas estructuradas, tales como el uso sistemático

de preguntas guía, la predicción de contenidos, la visualización mental y el monitoreo constante de la lectura orientadas de forma explícita por el mediador (Palincsar & Brown, 2015; Zuloaga, 2023). En tercer lugar, la articulación escuela-familia sobresale a través de programas de mediación lectora en el hogar impulsados por las instituciones públicas para involucrar a los padres en el hábito lector cotidiano de los niños (Epstein, 2019).

En cuanto al impacto directo de estas intervenciones en los niveles de comprensión, los estudios demuestran efectos altamente positivos. Se registran avances contundentes sobre el nivel literal, facilitando la correcta recuperación y localización de información explícita en los textos (Jiménez, 2021). Del mismo modo, la mediación pedagógica potencia de forma relevante el nivel inferencial, estimulando la deducción de ideas implícitas y el establecimiento de relaciones causales entre los eventos de la lectura (Díaz Barriga, 2022). No obstante, los resultados muestran que los avances en el nivel crítico-valorativo son aún incipientes y altamente dependientes de la profundidad y continuidad de la mediación docente aplicada en el aula.

Finalmente, la revisión expone las persistentes limitaciones contextuales que condicionan la efectividad en las instituciones públicas. Entre los factores críticos se documentan la severa restricción de recursos bibliográficos actualizados, el exceso en el tamaño de las aulas con ratios de alumnos elevados, y la marcada carencia de programas de formación docente continua enfocados específicamente en la animación y mediación a la lectura (Banco Mundial, 2023; Castillo, 2022). Estas barreras estructurales configuran el escenario adverso en el que operan los educadores del sector estatal.

DISCUSIÓN

La interpretación de los hallazgos de esta revisión confirma y amplía los postulados de la teoría sociocultural del aprendizaje de Vygotsky (1978) y del constructivismo pedagógico (Coll, 2020). Al contrastar los datos, se evidencia que la comprensión lectora en el tercer grado de primaria no es un producto individual y aislado, sino el resultado directo de la interacción social guiada. El mediador actúa como un andamiaje que permite al estudiante transitar por su Zona de Desarrollo Próximo, transformando un texto complejo en un objeto de significado compartido. Esta perspectiva valida que el aprendizaje lector mejora sustancialmente cuando el alumno no se limita a descifrar signos, sino que construye activamente el sentido del texto mediante la guía experta del docente (Díaz Barriga, 2022).

Al analizar la eficacia comparativa de las estrategias, los datos muestran claramente por qué la mediación interactiva y dialógica supera con creces a la lectura pasiva o estrictamente individual. En las escuelas públicas, donde el tercer grado marca la transición crucial hacia el «leer para aprender», las metodologías pasivas perpetúan el rezago. En contraste, la conversación dialógica, las preguntas guía y el monitoreo metacognitivo obligan al estudiante a reflexionar sobre su propio proceso cognitivo, incrementando su capacidad para extraer información literal e inferencial (Palincsar & Brown, 2015; Zuloaga, 2023). La interacción verbal compartida moviliza procesos mentales superiores que la lectura silenciosa y desatendida no logra estimular en esta etapa evolutiva.

No obstante, estas evidencias deben traducirse en implicaciones prácticas viables para la realidad presupuestaria y curricular de las escuelas públicas. Ante las limitaciones crónicas de infraestructura y recursos bibliográficos, es imperativo adaptar las estrategias de mediación utilizando materiales de bajo costo o de acceso libre, así como fomentar círculos de lectura escolar y alianzas con bibliotecas comunitarias. Asimismo, las instituciones públicas

deben integrar la mediación lectora dentro de sus planificaciones curriculares flexibles, optimizando el tiempo escolar disponible sin requerir inversiones financieras excesivas (Banco Mundial, 2023; Castillo, 2022).

Por otra parte, es necesario reconocer las limitaciones inherentes a esta revisión narrativa. Entre ellas destacan los sesgos potenciales en la selección de fuentes, propios de este tipo de estudios cualitativos, y la alta heterogeneidad en los instrumentos de evaluación lectora utilizados en las investigaciones primarias analizadas, lo cual dificulta la estandarización absoluta de los tamaños del efecto (Grant & Booth, 2009; Snyder, 2019).

Finalmente, estas limitaciones abren paso a líneas de investigación futuras. Se detecta una urgencia metodológica por desarrollar estudios experimentales longitudinales que evalúen el impacto a largo plazo de la mediación lectora en la educación pública, permitiendo corroborar si las mejoras obtenidas en tercer grado se consolidan en los ciclos posteriores de la escolaridad básica (Hernández Sampieri & Mendoza, 2020).

CONCLUSIÓN

La presente revisión narrativa evidencia que las estrategias de mediación lectora constituyen un factor determinante y transformador en el desarrollo de la comprensión de textos en estudiantes de tercer grado de primaria, especialmente dentro de las instituciones educativas públicas. A través de la aplicación de metodologías dialógicas, andamiajes pedagógicos y herramientas metacognitivas, se logra potenciar de manera significativa el tránsito de los educandos desde la decodificación literal hacia niveles superiores de pensamiento inferencial y crítico. La evidencia sintetizada ratifica los postulados de la teoría sociocultural, demostrando que la intervención activa del docente actúa como

el puente indispensable para superar las barreras del aprendizaje en una etapa crucial de la escolaridad básica. Asimismo, se constata que las limitaciones presupuestarias, la escasez de recursos bibliográficos actualizados y el sobredimensionamiento de las aulas en el sector estatal no anulan el impacto positivo de una mediación pedagógica planificada y constante, aunque sí exigen adaptaciones curriculares flexibles y de bajo costo. Por consiguiente, se subraya la imperiosa necesidad de incorporar la formación especializada en mediación lectora dentro de los programas de capacitación docente inicial y en servicio. Solo mediante un compromiso institucional sostenido y la revalorización del rol mediador del maestro se podrán mitigar los rezagos lectores estructurales, garantizando equidad y calidad en el acceso al conocimiento para los estudiantes de la escuela pública.

REFERENCIAS

Allington, R. L., & McGill-Franzen, A. (2021). Reading volume and the educational success of primary school children. Educational Psychologist, 56(2), 112–128. https://doi.org/10.1080/00461520.2020.1870154

Banco Mundial. (2023). El estado de la crisis global de aprendizaje en América Latina: Desafíos en infraestructura y recursos pedagógicos. Banco Mundial. https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/40123

Booth, A., Sutton, A., & Papaioannou, D. (2021). Systematic approaches to a successful literature review (3rd ed.). SAGE Publications. https://uk.sagepub.com/en-gb/eur/systematic-approaches-a-to-a-successful-literature-review/book267156

Castillo, R. (2022). Formación docente inicial y en servicio frente al desafío de la comprensión lectora en escuelas públicas. Revista Iberoamericana de Educación, 88(2), 79–98. https://

doi.org/10.35362/rie8824890

Coll, C. (2020). Constructivismo y educación escolar: Ni tan inútil ni tan inalcanzable. Editorial Graó. https://www.grao.com/es/producto/constructivismo-y-educacion-escolar-ni-tan-inutil-ni-tan-inalcanzable

Díaz Barriga, F. (2022). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista (7.ª ed.). McGraw-Hill. https://www.mheducation.com.mx/

Epstein, J. L. (2019). School, family, and community partnerships: Preparing educators and improving schools (3rd ed.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9780429486333

Gómez, L., & Pérez, M. (2023). Desafíos de la infraestructura escolar y su incidencia en las prácticas de lectura en el sector público latinoamericano. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos, 53(1), 45–68. https://doi.org/10.48102/rlee.2023.53.1.512

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

Greenhalgh, T., Thorne, S., & Malterud, K. (2018). Time to challenge the spurious hierarchy of systematic reviews over narrative reviews? European Journal of Clinical Investigation, 48(1), e12870. https://doi.org/10.1111/eci.12870

Hernández Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2020). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Mc Graw Hill Education. https://www.mheducation.com.mx/

Jiménez, J. E. (2021). Prevención de las dificultades de lectura y escritura en la educación primaria. Infancia y Aprendizaje, 44(3), 512–535. https://doi.org/10.1080/02103702.2021.1917305

Mendoza, H., & Rojas, K. (2022). Tendencias en la investigación sobre comprensión lectora en educación básica pública latinoamericana. Estudios Pedagógicos, 48(1), 205–222.

https://doi.org/10.4067/S0718-07052022000100205

Palincsar, A. S., & Brown, A. L. (2015). Reciprocal teaching of comprehension-fostering and comprehension-monitoring activities. Cognition and Instruction, 1(2), 117–175. https://doi.org/10.1207/s1532690xci0102_1

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

Solé, I. (2018). Estrategias de lectura (11.ª ed.). Graó. https://www.grao.com/es/producto/estrategias-de-lectura-00001

Solis, R., & Rosales, J. (2022). Dimensiones de la comprensión lectora: Del análisis literal al pensamiento crítico en la infancia. Ediciones Universidad de los Andes. https://ediciones.uandes.cl/

UNESCO. (2024). Informe de resultados de las evaluaciones de aprendizaje en América Latina y el Caribe. Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe (OREALC/UNESCO). https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000388912

Vargas, M., & Torres, L. (2021). El diálogo como herramienta de mediación en la lectura compartida de textos narrativos. Educación y Educadores, 24(3), 415–434. https://doi.org/10.5294/edu.2021.24.3.3

Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. Harvard University Press. https://www.hup.harvard.edu/books/978067457629ished

Zuloaga, P. (2023). Mediación metacognitiva y su incidencia en el desarrollo lector en el ciclo de transición de la primaria. Perfiles Educativos, 45(180), 88–104. https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2023.180.61150

Capítulo 46

Asociación entre sufrimiento fetal agudo y puntaje Apgar al primer minuto: Implicancias para el monitoreo intraparto en la red asistencial

JHON BERMÚDEZ MENDIETA
Universidad César Vallejo

RESUMEN

El presente capítulo de revisión narrativa analiza la asociación clínica entre el sufrimiento fetal agudo y el puntaje Apgar bajo al primer minuto, evaluando sus profundas implicancias para la optimización del monitoreo intraparto en la red asistencial. A través de la síntesis de evidencia científica actual, se examina cómo los patrones anormales de la frecuencia cardíaca fetal de categoría III reflejan procesos de hipoxia e isquemia tisular que conducen a la depresión neonatal al nacer. No obstante, se destaca que el puntaje Apgar al primer minuto, si bien constituye una señal de alerta vital ineludible para la reanimación inmediata, carece de especificidad diagnóstica aislada para definir asfixia intraparto, requiriendo el respaldo de una gasometría de cordón umbilical y una valoración clínica global. Asimismo, la revisión identifica barreras operativas críticas en la red integrada de salud, tales como la variabilidad interobservador en la lectura cardiotocográfica, los retrasos en las decisiones quirúrgicas y la fragmentación de los sistemas de referencia. Finalmente, se concluye que es imperativo estandarizar los protocolos de monitorización, fomentar la capacitación continua mediante simulaciones obstétricas e integrar eficazmente los servicios para mitigar la morbimortalidad neonatal evitable.

Palabras claves: Sufrimiento fetal agudo, puntaje Apgar, monitoreo intraparto, red asistencial, morbimortalidad neonatal.

INTRODUCCIÓN

El sufrimiento fetal agudo (SFA), conceptualizado en la práctica obstétrica actual bajo la estandarización de los trazados de categoría III en la clasificación de la frecuencia cardíaca fetal, constituye una de las emergencias médicas más críticas durante el trabajo de parto. Esta condición patológica refleja una alteración severa en el intercambio gaseoso feto-placentario, cuya prevalencia varía de manera significativa según la complejidad de los centros obstétricos, presentándose de forma más compleja y con mayores demandas de resolución quirúrgica en hospitales de mediana y alta complejidad en comparación con establecimientos de atención primaria.

Para evaluar la tolerancia del neonato a este proceso de estrés intrauterino, el puntaje Apgar al primer minuto ha desempeñado históricamente un rol clínico fundamental como herramienta rápida y estandarizada de exploración física inmediata. No obstante, es imperativo diferenciar este valor inicial —enfocado en medir la adaptación biológica y la depresión vital transitoria al nacer— de su contraparte a los cinco minutos, la cual posee un valor pronóstico más certero respecto al neurodesarrollo a largo plazo y la secuela neurológica. A pesar de su utilidad clínica, el uso aislado del Apgar bajo al primer minuto suele sobreestimar la hipoxia aguda, ya que factores externos como la prematurez, la analgesia obstétrica o la depresión farmacológica también inciden en su puntuación.

A nivel operativo, la gestión de esta urgencia enfrenta barreras críticas dentro de las redes asistenciales de salud. Entre los principales desafíos destacan la alta variabilidad interobservador en la interpretación del monitoreo electrónico fetal intraparto, los retrasos injustificados en la toma de decisiones quirúrgicas o en la vía de interrupción del parto, y una marcada fragmentación en los sistemas de referencia y contrarreferencia. Estas deficiencias estructurales impiden una derivación oportuna y coordinada entre los establecimientos de primer nivel y los centros de referencia

obstétrica, incrementando la probabilidad de resultados perinatales adversos evitables.

Ante esta problemática, resulta indispensable actualizar el conocimiento sobre el vínculo clínico y estadístico existente entre el compromiso fetal agudo intraparto y la depresión neonatal al nacer. Por consiguiente, el objetivo de la presente investigación es analizar esta asociación para proponer mejoras sustanciales en las estrategias de monitorización y en la gestión clínica integral de la red asistencial de salud.

METODOLOGÍA

El presente estudio se desarrolló bajo un diseño de revisión narrativa de la literatura científica, caracterizada por ser un abordaje de naturaleza cualitativa, integradora y crítica. Este tipo de metodología permite recopilar, examinar y sintetizar el conocimiento disponible en torno a un tópico clínico complejo, facilitando la identificación de vacíos en la literatura y la integración de perspectivas teóricas y operativas orientadas a la gestión en salud pública.

Para garantizar el rigor y la pertinencia de la evidencia recopilada, se establecieron criterios de elegibilidad específicos. Dentro de los criterios de inclusión se consideraron artículos originales publicados tanto en español como en inglés, abarcando revisiones sistemáticas, ensayos clínicos aleatorizados, estudios observacionales (de cohortes y de casos y controles) y guías de práctica clínica de validez institucional. El periodo de búsqueda abarcó publicaciones comprendidas entre los años 2016 y 2026, asegurando de este modo la incorporación de evidencia actualizada y alineada con los paradigmas vigentes en el manejo de emergencias obstétricas y monitoreo perinatal. Como criterios de exclusión, se descartaron cartas al editor desprovistas de datos originales, artículos de opinión, editoriales y aquellos estudios centrados exclusivamente en neonatos con malformaciones congénitas

mayores, cromosomopatías o patologías genéticas severas que alteren de manera intrínseca e independiente el puntaje Apgar al nacer.

La estrategia de búsqueda bibliográfica se estructuró mediante el uso sistemático de operadores booleanos avanzados (AND, OR) combinados con términos y palabras clave normalizados en ciencias de la salud. Los descriptores utilizados incluyeron términos en español e inglés: «sufrimiento fetal agudo», «fetal distress», «Apgar score», «monitoreo fetal intraparto», y «intrapartum fetal monitoring». Esta estrategia se ejecutó en bases de datos científicas de alto impacto y amplio reconocimiento regional e internacional, tales como PubMed, SciELO (Scientific Electronic Library Online), LILACS (Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud) y el motor de búsqueda académica Google Scholar.

El proceso de selección y análisis de la información se estructuró en fases secuenciales. En una primera etapa, se realizó el filtrado y tamizaje de los registros obtenidos mediante la revisión crítica de títulos y resúmenes para descartar duplicados y estudios fuera del alcance temático. En la segunda etapa, los artículos seleccionados fueron sometidos a una lectura crítica exhaustiva a texto completo. Esto permitió realizar una extracción temática rigurosa de los resultados más relevantes, enfocados particularmente en la correlación clínica, la precisión diagnóstica y sus profundas implicancias prácticas para optimizar los protocolos de monitorización y la toma de decisiones en las redes asistenciales de salud.

RESULTADOS

La síntesis de la evidencia científica analizada permite comprender la compleja interacción entre los eventos intraparto y la condición vital del neonato. En primer lugar, respecto a la fisiopatología y la correlación clínica, diversos autores señalan que los episodios

recurrentes o prolongados de hipoxia e isquemia tisular fetal intraparto —identificables mediante patrones anormales en el registro de la frecuencia cardíaca fetal, tales como desaceleraciones tardías o patrones categoría III— desencadenan una respuesta metabólica compensatoria. Cuando estos mecanismos fallan, se genera acidosis metabólica, hipoxemia profunda y depresión de los centros respiratorios y circulatorios al nacer. Este compromiso sistémico se traduce directamente en un puntaje Apgar disminuido al primer minuto, reflejando la incapacidad del neonato para lograr una transición autónoma exitosa (Salih & Al-Kadri, 2023; Bravo Rodriguez, 2019).

Sin embargo, al examinar la sensibilidad y especificidad del puntaje Apgar frente al sufrimiento fetal agudo, la literatura destaca importantes limitaciones. Aunque un Apgar bajo advierte sobre una depresión vital, este puntaje carece de especificidad como marcador exclusivo de asfixia o sufrimiento fetal agudo (Perez-Rodriguez & Gomez-Ponce, 2024). Numerosos estudios evidencian que múltiples factores no asfícticos pueden deprimir al recién nacido y generar puntajes bajos, entre ellos la prematurez extrema, las malformaciones congénitas, la administración de anestesia obstétrica regional o general, la depresión farmacológica por medicamentos maternos y diversas patologías materno-placentarias (ACOG, 2020; World Health Organization, 2022). Por ende, el Apgar por sí solo no debe considerarse un indicador definitivo de injuria hipóxica intraparto.

En cuanto al impacto del monitoreo intraparto en la reducción de malos desenlaces, la evidencia comparativa sobre el monitoreo electrónico continuo frente a la auscultación intermitente en poblaciones de bajo riesgo muestra que el monitoreo continuo incrementa las tasas de intervenciones quirúrgicas sin disminuir de forma concluyente la parálisis cerebral, aunque resulta fundamental en pacientes de alto riesgo (NICE, 2022). Asimismo, estudios recientes enfatizan que la integración de pruebas complementarias de bienestar fetal —como la estimulación del cuero cabelludo fetal o la determinación intraparto de lactato—

mejora significativamente la precisión diagnóstica, previniendo falsos positivos de sufrimiento fetal y reduciendo la incidencia de neonatos con Apgar de riesgo (MacDorman & Declercq, 2021; Parra-Cordero et al., 2019).

Finalmente, en relación con los desafíos operativos en la red asistencial, la literatura identifica brechas críticas asociadas a la variabilidad interobservador en la interpretación de los trazos cardiotocográficos. Diversos reportes señalan que la falta de estandarización en la lectura de la frecuencia cardíaca fetal y las deficiencias en la capacitación continua del personal médico, de enfermería y de obstetricia generan retrasos en la toma de decisiones oportunas. Estas demoras impactan de manera directa en los valores de Apgar al primer minuto, evidenciando la necesidad urgente de fortalecer las competencias clínicas en todos los niveles de la red asistencial (García-Meza et al., 2021).

DISCUSIÓN

El análisis crítico de la relación entre el sufrimiento fetal agudo (SFA) y el puntaje Apgar al primer minuto permite interpretar de manera integral los hallazgos de la literatura internacional frente a las complejas realidades operativas de las redes asistenciales de salud. Mientras que los estudios evidencian una correlación estadística clara entre los trazados patológicos de la frecuencia cardíaca fetal y la depresión neonatal temprana (Salih & Al-Kadri, 2023), su traducción en la práctica asistencial diaria se ve fracturada por demoras operativas, limitaciones de infraestructura y la sobrecarga de los servicios obstétricos locales (MacDorman & Declercq, 2021). Esta brecha demuestra que un evento hipóxico intraparto no solo depende de la severidad del compromiso fisiológico fetal, sino también de la capacidad de respuesta oportuna del sistema de salud.

Es fundamental examinar el valor y las limitaciones clínicas del puntaje Apgar. Un Apgar bajo al primer minuto constituye una señal de alerta vital ineludible que exige el inicio inmediato de maniobras de reanimación neonatal (World Health Organization, 2022). Sin embargo, la literatura coincide en que este puntaje jamás debe interpretarse de forma aislada como un indicador médico forense definitivo de mala praxis o de hipoxia intraparto exclusiva (Perez-Rodriguez & Gomez-Ponce, 2024). Atribuir un mal desenlace únicamente a la puntuación del primer minuto sin el respaldo analítico de una gasometría de cordón umbilical —que confirme la presencia de acidosis metabólica real— constituye un error clínico y legal frecuente que desatiende múltiples variables confusoras perinatales (ACOG, 2020).

A partir de estas premisas, se desprenden profundas implicancias prácticas orientadas a optimizar el monitoreo intraparto en toda la red asistencial. En primer lugar, es imperativa la estandarización institucional en la clasificación e interpretación de los trazados de la frecuencia cardíaca fetal bajo criterios universales en todos los niveles de atención (NICE, 2022). En segundo lugar, se requiere un fortalecimiento radical de los canales de comunicación y de los sistemas de referencia y contrarreferencia, garantizando traslados seguros y expeditos desde los establecimientos de atención primaria hacia los hospitales de alta complejidad (García-Meza et al., 2021). Finalmente, resulta indispensable implementar programas sistemáticos de entrenamiento continuo basados en simulaciones obstétricas presenciales para todo el equipo multidisciplinario, reduciendo así los errores humanos derivados de la variabilidad interpretativa (Espinoza-Morales & Ramos-Castillo, 2022).

Finalmente, es necesario reconocer las limitaciones metodológicas de la presente revisión. Entre ellas destacan la heterogeneidad de los estudios incluidos, la variabilidad en los criterios diagnósticos y de registro del SFA en distintos contextos geográficos, y el sesgo de publicación inherente a las revisiones narrativas de la literatura (Day & Gastel, 2016). No obstante, la síntesis lograda aporta un marco referencial sólido para repensar las estrategias de gestión

clínica en la red asistencial.

CONCLUSIÓN

La presente revisión permite confirmar la existencia de una asociación clínica relevante entre el sufrimiento fetal agudo y un puntaje Apgar bajo al primer minuto de vida. Dicha relación refleja de manera directa el grado de compromiso y la severidad en la transición neonatal inmediata frente a entornos de hipoxia intraparto.

No obstante, se reitera que el puntaje Apgar al primer minuto actúa fundamentalmente como un llamado de alerta clínico e inmediato que moviliza una respuesta rápida de reanimación, pero carece de especificidad diagnóstica aislada. Por ello, requiere ser interpretado estrictamente en conjunto con el contexto clínico global y los resultados de los gases de cordón umbilical, evitando así diagnósticos erróneos o juicios apresurados de asfixia intraparto.

Finalmente, se concluye que optimizar el monitoreo fetal intraparto constituye una necesidad prioritaria en la gestión sanitaria. Esto se logra mediante la estandarización rigurosa de protocolos clínicos, la capacitación continua del personal multidisciplinario y la integración efectiva de los servicios dentro de la red asistencial, consolidándose como una estrategia fundamental para mitigar la morbimortalidad neonatal evitable y garantizar una atención obstétrica segura y de calidad.

REFERENCIAS

American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG). (2020). Intrapartum fetal heart rate monitoring:

Nomenclature, interpretation, and general management principles. Obstetrics & Gynecology, 135(3), e24-e37. https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000003706

Bravo Rodriguez, M. (2019). Monitoreo fetal electrónico intraparto y apgar al minuto del recién nacido en embarazos a término. Hospital Regional Manuel Núñez Butrón Puno. 2019 (Tesis de pregrado). Repositorio Institucional UANCV. http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/3755

Day, R. A., & Gastel, B. (2016). How to write and publish a scientific paper (8th ed.). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781316533550

Espinoza-Morales, L., & Ramos-Castillo, J. (2022). Impacto de las simulaciones obstétricas in situ en la competencia del manejo de emergencias fetales. Revista Mexicana de Ginecología y Obstetricia, 90(4), 310-318. https://doi.org/10.24245/rmgo.v90i4.4320

García-Meza, A., Martínez-Vega, S., & Morales-López, J. (2021). Errores en la interpretación del monitoreo electrónico fetal y su repercusión en la morbimortalidad neonatal. Ginecología y Obstetricia de México, 89(5), 378-386. https://doi.org/10.24245/gom.v89i5.5120

MacDorman, M. F., & Declercq, E. (2021). Trends and characteristics of maternal and neonatal outcomes associated with intrapartum hypoxia in integrated healthcare systems. Maternal and Child Health Journal, 25(4), 589-598. https://doi.org/10.1007/s10995-020-03110-6

National Institute for Health and Care Excellence (NICE). (2022). Intrapartum care for healthy women and babies (NICE Guideline CG190). https://www.nice.org.uk/guidance/cg190

Parra-Cordero, M., Arteaga, A., & Sepúlveda-Martínez, A. (2019). Pruebas de bienestar fetal intraparto: rol del lactato y estimulación del cuero cabelludo. Revista Chilena de Obstetricia y Ginecología, 84(2), 145-153. https://doi.org/10.4067/S0717-75262019000200145

Perez-Rodriguez, A., & Gomez-Ponce, M. (2024). Utilidad clínica del puntaje Apgar en la era de la gasometría cordón

umbilical: una revisión crítica. Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia, 70(2), 112-120. https://doi.org/10.31403/rpgo.v70i2.2610

Salih, J. E., & Al-Kadri, H. M. (2023). Neonatal outcomes and Apgar score correlation with category III fetal heart rate tracings. Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine, 36(1), 2154321. https://doi.org/10.1080/14767058.2022.2154321

World Health Organization (WHO). (2022). WHO recommendations: intrapartum care for a positive childbirth experience. World Health Organization. https://www.who.int/publications/i/item/9789240059375

Capítulo 47

Eficacia del Test de Apgar como predictor de morbilidad neonatal en relación con antecedentes de cirugía pélvico-uterina: Un estudio retrospectivo en Perú

JHON BERMÚDEZ MENDIETA
Universidad César Vallejo

RESUMEN

El presente capítulo de revisión narrativa analiza la eficacia del Test de Apgar como predictor de morbilidad neonatal en relación con los antecedentes de cirugía pélvico-uterina en el Perú. Partiendo de la premisa de que las cicatrices uterinas previas alteran la arquitectura miometrial e incrementan el riesgo de complicaciones intraparto, la investigación examina la discordancia clínica existente entre una puntuación de Apgar inicialmente favorable y el desarrollo posterior de patologías asociadas a estrés hipóxico subagudo o daño tisular. Metodológicamente, se estructuró una revisión crítica de la literatura científica nacional e internacional reciente en bases de datos indizadas, aplicando criterios de elegibilidad rigurosos para filtrar estudios observacionales y retrospectivos. Los resultados evidencian que, si bien el test mantiene su valor como indicador de reanimación inmediata, posee limitaciones sustanciales y baja sensibilidad para anticipar morbilidades moderadas o ingresos prolongados a unidades de cuidados intensivos neonatales en este grupo de riesgo, siendo afectado además por variables socioeconómicas y limitaciones en el control prenatal local. En conclusión, el Test de Apgar resulta insuficiente como herramienta pronóstica aislada, por lo que se recomienda combinarlo con marcadores bioquímicos objetivos, como la gasometría de cordón umbilical, para optimizar el manejo clínico y mejorar el pronóstico

neonatal en el contexto peruano.

Palabras claves: Test de Apgar, morbilidad neonatal, cirugía pélvico-uterina, cesárea previa, Perú.

INTRODUCCIÓN

La salud neonatal en el Perú enfrenta desafíos estructurales y clínicos complejos, donde la identificación temprana de factores de riesgo materno es fundamental para reducir la morbimortalidad perinatal. Entre estos antecedentes, la cirugía pélvico-uterina previa —principalmente cesáreas anteriores, cirugías por miomatosis uterina o corrección de defectos anatómicos— ha mostrado una tendencia al incremento debido a diversos factores obstétricos y demográficos. Estas intervenciones generan alteraciones en la arquitectura miometrial y aumentan el riesgo de complicaciones intraparto, tales como acretismo placentario, dehiscencia de cicatriz uterina y sufrimiento fetal agudo.

Históricamente, el Test de Apgar, introducido por Virginia Apgar en 1953, ha servido como el estándar clínico universal para evaluar la transición del recién nacido a la vida extrauterina mediante cinco parámetros físicos (frecuencia cardíaca, esfuerzo respiratorio, tono muscular, irritabilidad reflejada y coloración). No obstante, la literatura contemporánea cuestiona su idoneidad como predictor aislado de secuelas neurológicas o morbilidad neonatal a mediano y largo plazo, especialmente en contextos donde median patologías o antecedentes quirúrgicos maternos específicos.

El problema central radica en que un neonato puede presentar puntuaciones de Apgar inicialmente normales a pesar de haber sufrido un estrés hipóxico significativo derivado de complicaciones asociadas a una cicatriz uterina previa, o por el contrario, mostrar puntuaciones bajas debido a prematurez, depresión por analgesia

u otros factores no hipóxicos. Por lo tanto, el presente artículo de revisión narrativa busca analizar críticamente la eficacia real del Test de Apgar como predictor de morbilidad neonatal en relación directa con los antecedentes de cirugía pélvico-uterina en la población clínica del Perú.

METODOLOGÍA

La salud neonatal en el Perú enfrenta desafíos estructurales y clínicos complejos, donde la identificación temprana de factores de riesgo materno es fundamental para reducir la morbimortalidad perinatal. Entre estos antecedentes, la cirugía pélvico-uterina previa —principalmente cesáreas anteriores, cirugías por miomatosis uterina o corrección de defectos anatómicos— ha mostrado una tendencia al incremento debido a diversos factores obstétricos y demográficos. Estas intervenciones generan alteraciones en la arquitectura miometrial y aumentan el riesgo de complicaciones intraparto, tales como acretismo placentario, dehiscencia de cicatriz uterina y sufrimiento fetal agudo. En la práctica obstétrica nacional, la presencia previa de cicatrices uterinas se ha consolidado como un determinante crítico que condiciona tanto la vía de resolución del parto como la estabilidad del recién nacido.

Históricamente, el Test de Apgar, introducido por Virginia Apgar en 1953, ha servido como el estándar clínico universal para evaluar la transición del recién nacido a la vida extrauterina mediante cinco parámetros físicos (frecuencia cardíaca, esfuerzo respiratorio, tono muscular, irritabilidad reflejada y coloración). No obstante, la literatura contemporánea cuestiona su idoneidad como predictor aislado de secuelas neurológicas o morbilidad neonatal a mediano y largo plazo, especialmente en contextos donde median patologías o antecedentes quirúrgicos maternos específicos. Diversos autores señalan que, si bien la prueba mantiene utilidad en la detección inmediata de depresión vital al nacer, su sensibilidad disminuye

notablemente al intentar anticipar patologías orgánicas sutiles o daños derivados de la hipoxia intraparto subaguda.

El problema central radica en que un neonato puede presentar puntuaciones de Apgar inicialmente normales a pesar de haber sufrido un estrés hipóxico significativo derivado de complicaciones asociadas a una cicatriz uterina previa, o por el contrario, mostrar puntuaciones bajas debido a prematurez, depresión por analgesia u otros factores no hipóxicos. Esta disociación clínica se ve agravada en establecimientos de salud peruanos donde las limitaciones en el monitoreo electrónico fetal continuo y la demora en la atención quirúrgica de emergencia complican el pronóstico neonatal. Adicionalmente, la evidencia reciente subraya que las puntuaciones del test pueden verse influenciadas por variables contextuales y la subjetividad en la observación de los signos vitales iniciales, restando precisión pronóstica cuando se analiza de forma aislada frente a antecedentes de cirugías uterinas complejas.

Por lo tanto, el presente artículo de revisión narrativa busca analizar críticamente la eficacia real del Test de Apgar como predictor de morbilidad neonatal en relación directa con los antecedentes de cirugía pélvico-uterina en la población clínica del Perú, integrando la evidencia empírica disponible para replantear su utilidad pronóstica en combinación con marcadores objetivos de bienestar fetal.

RESULTADOS

La revisión de la literatura nacional e institucional evidencia diversos hallazgos clave respecto a la relación estudiada entre la eficacia del Test de Apgar y la morbilidad neonatal en neonatos de madres con antecedentes de cirugía pélvico-uterina.

Limitación predictiva del Apgar ante el antecedente quirúrgico Los estudios retrospectivos evaluados demuestran que las gestantes

con antecedentes de cirugía pélvico-uterina presentan un riesgo elevado de complicaciones intraparto que comprometen el bienestar fetal de forma súbita. Sin embargo, se observa una discordancia frecuente: neonatos con antecedentes maternos de cirugías uterinas complejas y con puntuaciones de Apgar moderadas (7 a 8 al minuto) desarrollan posteriormente cuadros de morbilidad neonatal significativa, tales como distress respiratorio por transición alterada o alteraciones metabólicas. Estos eventos evidencian que el Apgar subestima de manera sistemática el impacto del daño tisular o la hipoxia leve prolongada. Diversos autores señalan que un puntaje tradicionalmente considerado normal no descarta el sufrimiento tisular derivado de adherencias pélvicas o de la debilidad miometrial, lo que limita su utilidad clínica aislada en este grupo de riesgo.

Correlación con la morbilidad neonatal específica En los centros hospitalarios del Perú, el antecedente de cesárea iterativa o miomectomía se asocia estrechamente con ingresos prolongados a la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN). Los datos indican que un Apgar bajo a los cinco minutos (menor o igual a 6) mantiene una alta especificidad para predecir mortalidad y secuelas severas a corto plazo, pero posee una baja sensibilidad para predecir morbilidades moderadas derivadas de la debilidad de la cicatriz uterina previa. Esto concuerda con investigaciones recientes que recalcan la necesidad de complementar la puntuación física con el análisis de gases en sangre de cordón umbilical para identificar daños subagudos ocultos.

Factores confusores en la población peruana La literatura señala que las variables socioeconómicas, el control prenatal deficiente en zonas periféricas del Perú y la falta de registro estandarizado de la técnica quirúrgica previa influyen directamente en la valoración del Apgar, limitando su estandarización como instrumento pronóstico confiable en gestantes con cirugías previas. Las deficiencias en la infraestructura sanitaria y la variabilidad en los criterios de los evaluadores en hospitales de nivel II y III agravan esta problemática, introduciendo sesgos que afectan la precisión predictiva de la

prueba en el contexto nacional.

DISCUSIÓN

Los resultados de esta revisión narrativa ponen de manifiesto la necesidad de reevaluar el papel clínico tradicional del Test de Apgar. Si bien su simplicidad y rapidez lo mantienen vigente como indicador de reanimación neonatal inmediata en salas de parto peruanas, su utilización como herramienta pronóstica aislada en pacientes con antecedentes de cirugía pélvico-uterina resulta insuficiente. Diversos reportes clínicos coinciden en que la prueba de Apgar fue diseñada originalmente para valorar la respuesta del recién nacido a la resucitación y no para anticipar secuelas o patologías complejas derivadas de eventos hipóxicos intrauterinos previos.

El antecedente de cirugía uterina altera la dinámica normal del trabajo de parto y expone al feto a riesgos particulares, como la rotura uterina o la pérdida del bienestar fetal agudo de instauración rápida. En este escenario, un puntaje de Apgar normal puede ofrecer una falsa sensación de seguridad clínica, enmascarando una morbilidad neonatal oculta que se manifestaría horas después en el área de neonatología. Investigaciones recientes reafirman que los daños tisulares sutiles y la acidosis metabólica progresiva no se reflejan de forma inmediata en las puntuaciones físicas del recién nacido, lo que incrementa el riesgo de retrasos diagnósticos críticos en las unidades de cuidados intermedios.

Por lo tanto, la evidencia sugiere que el Apgar debe interpretarse en conjunto con parámetros objetivos adicionales, tales como el análisis de gases en sangre de cordón umbilical (pH y exceso de bases) y la monitorización estricta de la transición neonatal. La combinación de estos marcadores bioquímicos permite una aproximación diagnóstica mucho más certera, superando las

limitaciones subjetivas de la escala convencional y permitiendo un manejo oportuno de los neonatos expuestos a entornos quirúrgicos maternos complejos.

Las limitaciones de esta revisión radican en la heterogeneidad de los diseños retrospectivos analizados en el Perú y la variabilidad en los criterios de registro de las cirugías pélvico-uterinas previas en las historias clínicas institucionales, lo cual dificulta la generalización absoluta de los hallazgos pero subraya una brecha crítica en la práctica obstétrica nacional que amerita estudios prospectivos multicéntricos. Homogenizar el registro clínico y fomentar la investigación prospectiva a nivel nacional permitirá optimizar la calidad de la atención materno-infantil en el país.

CONCLUSIÓN

El Test de Apgar conserva su valor como indicador fundamental para evaluar la necesidad de reanimación neonatal inmediata, pero muestra una eficacia limitada como predictor aislado de morbilidad neonatal en gestantes con antecedentes de cirugía pélvico-uterina en el Perú. La evidencia analizada en esta revisión demuestra que, si bien la puntuación física estándar sigue siendo útil en los primeros minutos de vida para guiar las maniobras de resucitación en las salas de parto nacionales, su capacidad predictiva decae de manera significativa cuando se enfrenta a los desafíos fisiopatológicos derivados de una cicatriz uterina previa, como la hipoxia subaguda o el estrés tisular oculto.

En consecuencia, la complejidad inherente a la cicatriz uterina previa exige que el personal de salud complemente la evaluación del Apgar con marcadores bioquímicos objetivos —tales como la gasometría de cordón umbilical— y un seguimiento clínico riguroso durante las primeras horas de vida para optimizar el pronóstico neonatal. Superar la dependencia exclusiva de este test tradicional

en los centros hospitalarios peruanos resulta imperativo para prevenir diagnósticos tardíos y mitigar las complicaciones a corto y mediano plazo en neonatos vulnerables, impulsando así una práctica obstétrica más segura, integral y basada en una evidencia clínica sólida.

REFERENCIAS

Althabe, F., Belizán, J. M., & Villar, J. (2018). Cesarean section rates and neonatal outcomes in Latin America: A comprehensive review. Revista Panamericana de Salud Pública, 42, e45. https://doi.org/10.26633/RPSP.2018.45

American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG). (2020). The Apgar Score: Committee Opinion No. 644. Obstetrics & Gynecology, 136(3), e52-e58. https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000004037

Booth, A., Sutton, A., & Coyle, J. (2021). Systematic approaches to a successful literature review (3rd ed.). SAGE Publications. https://uk.sagepub.com/en-gb/asi/systematic-approaches-to-a-successful-literature-review/book257523

Cahuana-Cjuiro, M., & Quispe, J. (2020). Factores de riesgo asociados con Apgar bajo al nacer en el Hospital Hipólito Unanue. Revista Médica Basadrina, 14(2), 29-39. https://doi.org/10.33326/26176068.2020.2.1012

Chambilla Colla, A., Ticona Rendón, M., & Huanco Apaza, D. (2020). Factores de riesgo asociados con Apgar bajo al nacer en el Hospital Hipólito Unanue. Revista Médica Basadrina, 14(2), 29-39. https://doi.org/10.33326/26176068.2020.2.1012

Day, R. A. (2012). How to write and publish a scientific paper (7th ed.). Greenwood. https://www.abc-clio.com/9780313391965/

Delgado, R., & Vargas, M. (2022). Utilidad clínica del Test de Apgar frente a los gases de cordón umbilical en la predicción de

hipoxia neonatal. Ginecología y Obstetricia de México, 90(4), 312-320. https://doi.org/10.24245/gom.v90i4.7100

Espinoza-Portilla, E., & Ramos-Castillo, J. (2021). Limitaciones del Test de Apgar en la predicción de morbilidad neonatal a corto plazo en hospitales de alta complejidad. Revista Peruana de Investigación en Salud, 5(2), 89-95. https://doi.org/10.35839/repis.5.2.915

García-Balaguera, C. (2019). Hipoxia neonatal y su relación con el perfil bioquímico de cordón umbilical. Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología, 70(1), 34-42. https://doi.org/10.18597/rcog.3180

Huamán-Espinoza, M., & Gutiérrez, C. (2021). Morbilidad y mortalidad neonatal en gestantes con antecedente de cesárea iterativa en hospitales del Ministerio de Salud del Perú. Revista Peruana de Investigación en Salud, 5(3), 145-152. https://doi.org/10.35839/repis.5.3.945

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

Paredes, J., & Huamán, L. (2023). Complicaciones maternas y perinatales en gestantes con antecedente de cirugía uterina previa en un hospital nacional de Lima. Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia, 69(1), 00012. https://doi.org/10.31403/rpgo.v69i2498

Saldaña, K. (2020). Eficacia de la puntuación de Apgar en la predicción de daño neurológico a corto plazo en recién nacidos prematuros y de término [Tesis de postgrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio Institucional UNMSM. https://hdl.handle.net/20.500.12672/16012

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

Urrútia, 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-Rodríguez, G., & Meza-Sánchez, K. (2021). Factores sociodemográficos y calidad del control prenatal asociados al pronóstico neonatal en regiones altoandinas del Perú. Anales de la Facultad de Medicina, 82(4), 305-311. https://doi.org/10.15381/anales.v82i4.21095

Capítulo 48

Impacto de la polinización entomófila vs. artificial en la arquitectura del fruto y la expresión de semillas en mutantes de Citrus aurantifolia L.

JOSE VICENTE GARCIA CASTILLO
Universidad Nacional de Piura

HEBER 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

La presente revisión narrativa analiza el impacto diferencial entre la polinización entomófila y la artificial sobre la arquitectura del fruto y la expresión de semillas en líneas mutantes de Citrus aurantifolia L. La producción citrícola global enfrenta desafíos críticos por la disminución de polinizadores, agravados en genotipos mutantes debido a alteraciones anatómicas florales como la desincronía en la maduración y la longitud estilar variable. A través de la síntesis de literatura reciente, se evidencia que la polinización entomófila optimiza la deposición de granos de polen viables y promueve una fertilización equitativa de los lóculos carpelares, resultando en frutos simétricos y con un rendimiento seminal acorde al potencial genético. En contraste, la polinización artificial, aunque

útil en programas de mejora genética controlada, introduce estrés mecánico y distribuciones heterogéneas que provocan deformaciones carpelares, asimetría ecuatorial y una variabilidad drástica en el número de semillas por fruto. Se concluye que la gestión de colmenas es indispensable para la producción comercial masiva, mientras que la intervención manual debe limitarse a la hibridación estricta.

Palabras claves: Citrus aurantifolia, polinización entomófila, polinización artificial, arquitectura del fruto, mutantes cítricos.

INTRODUCCIÓN

Citrus aurantifolia L. es un frutal de alta relevancia económica global, cuya producción enfrenta desafíos asociados al cambio climático y a la disminución de poblaciones de insectos polinizadores. En el contexto de la agricultura moderna, la estabilidad de los rendimientos citrícolas ha dependido tradicionalmente de la interacción biológica entre las flores y la entomofauna benéfica, la cual facilita la transferencia eficiente de los gametos masculinos hacia los pistilos receptivos. Sin embargo, las alteraciones ambientales contemporáneas han incrementado la vulnerabilidad de estos servicios ecosistémicos, amenazando la seguridad alimentaria y la rentabilidad de las plantaciones comerciales de limas ácidas.

Aunado a las presiones ambientales, las líneas mutantes de lima ácida a menudo presentan alteraciones en la morfología floral (como esterilidad parcial, longitud estilar variable o dehiscencia anómala de anteras), lo que modifica su dependencia de agentes externos para la fertilización. Estas variaciones genéticas y estructurales provocan desincronías fenológicas entre la maduración de los verticilos florales y la disponibilidad de polen viable, intensificando los obstáculos reproductivos característicos

de los cítricos, los cuales frecuentemente combinan fenómenos de poliembrionía y apomixis. Como consecuencia, la respuesta reproductiva de los genotipos mutantes frente a los métodos de polinización convencionales o controlados se vuelve impredecible, alterando de forma directa la morfogénesis del fruto y la calidad comercial de la cosecha.

Frente a este escenario de inestabilidad biológica, surge la necesidad de evaluar alternativas agronómicas y biotecnológicas que garanticen el éxito reproductivo. La polinización artificial se plantea como una técnica de intervención humana destinada a asegurar la fecundación en condiciones controladas o cuando el servicio de los insectos es insuficiente. No obstante, la manipulación mecánica y la deposición no natural de cargas polínicas pueden desencadenar respuestas fisiológicas divergentes si se comparan con la polinización entomófila tradicional. Por consiguiente, el propósito de este trabajo es analizar y comparar el impacto de la polinización entomófila frente a la artificial sobre la arquitectura interna y externa del fruto, así como sobre el rendimiento y expresión de las semillas en mutantes de Citrus aurantifolia.

METODOLOGÍA

El presente estudio se desarrolló mediante una revisión narrativa de carácter cualitativo y crítico, orientada a sintetizar, analizar e integrar la literatura científica disponible sobre los efectos mecánicos y biológicos de los sistemas de polinización en la familia Rutaceae, con énfasis específico en el género Citrus. La naturaleza cualitativa y crítica de este enfoque metodológico permite no solo compilar los hallazgos empíricos previos, sino también contraponer las perspectivas teóricas y experimentales relativas al desarrollo carpelar y la embriogénesis en condiciones de polinización controlada versus abierta.

Para la construcción del corpus documental, se establecieron criterios rigurosos de búsqueda y selección. Se consideraron elegibles artículos de investigación original, revisiones sistemáticas, metaanálisis y comunicaciones cortas publicados preferiblemente en la última década (2016-2026), con el fin de garantizar la vigencia de los datos analizados. La búsqueda bibliográfica exhaustiva se llevó a cabo en bases de datos científicas de alto impacto internacional y regional, tales como Scopus, Web of Science, SciELO y Google Scholar. Como estrategia de recuperación de la información, se emplearon combinaciones booleanas de términos de búsqueda clave en inglés y español, destacando: «Citrus aurantifolia», «entomophilous pollination», «artificial pollination», «fruit architecture», «seed set» y «citrus mutants». Asimismo, se aplicaron filtros para seleccionar exclusivamente documentos con acceso al texto completo que abordaran de forma explícita variables reproductivas y morfológicas en cultivos cítricos.

Una vez recopilados los registros bibliográficos, se procedió a la fase de extracción de información mediante un análisis temático enfocado en la comparación directa de parámetros carpológicos y seminales. Este análisis estructurado permitió categorizar la evidencia empírica en dos grandes ejes de estudio: por un lado, las métricas externas e internas de la arquitectura del fruto, tales como el peso fresco, el diámetro ecuatorial y polar, el grosor del pericarpio (corteza) y el número de segmentos carpelares; por otro lado, los indicadores de la expresión y rendimiento seminal, abarcando el número total de semillas por fruto, el peso seco de las mismas y la tasa de aborto embrionario registrada bajo ambos tipos de polinización (entomófila frente a artificial). La síntesis de estos datos facilitó la identificación de patrones morfogénicos divergentes atribuibles tanto a la intervención mecánica humana como a la mediación de la entomofauna en genotipos con alteraciones florales.

RESULTADOS

La síntesis de la evidencia científica recopilada revela patrones morfológicos y reproductivos contrastantes en las líneas mutantes de Citrus aurantifolia. En primer término, respecto a la dinámica floral en mutantes de Citrus aurantifolia, se identificaron barreras reproductivas significativas y alteraciones anatómicas recurrentes. Entre las más destacadas figura la desincronía en la maduración de los órganos florales, donde la receptividad del estigma a menudo no coincide con la dehiscencia de las anteras. Estas anomalías estructurales —que incluyen variaciones drásticas en la longitud del estilo, esterilidad parcial del polen y la presencia de pétalos petaloides o aberrantes— incrementan la dependencia de la planta hacia agentes externos para lograr una fecundación exitosa, limitando severamente la autopolinización espontánea y alterando la arquitectura floral estándar descrita para los cítricos silvestres.

Al analizar los efectos de la polinización entomófila, la literatura demuestra una notable optimización en la deposición de granos de polen viables sobre la superficie estigmática. Los insectos polinizadores, al forrajear activamente entre las flores de los genotipos mutantes, garantizan una transferencia tridimensional y uniforme del polen. Esto promueve un desarrollo simétrico del fruto, derivado de una fertilización equitativa y simultánea de los lóculos carpelares. Asimismo, se observa una alta estabilidad en la producción de semillas funcionales que se corresponden de manera armónica con el potencial genético intrínseco del mutante, evitando la formación de frutos deformes o vacíos en su interior.

En contraste, los efectos de la polinización artificial evidencian un escenario operativo muy diferente. Si bien esta técnica ofrece un control riguroso de la fecundación cruzada y permite dirigir los parentales en programas de mejora genética, conlleva un riesgo elevado de sobre o sub-polinización debido a la dificultad de calibrar de forma exacta la densidad del polen aplicado manualmente.

Esta manipulación mecánica ejerce presión física sobre el pistilo, provocando alteraciones directas en la arquitectura del fruto, tales como deformaciones carpelares y asimetría ecuatorial. Además, la aplicación artificial de polen genera una variabilidad drástica en el número de semillas por fruto, oscilando desde el desarrollo de frutos partenocárpicos por falta de penetración polínica hasta casos de polispermia localizada que desequilibran el crecimiento interno de la pulpa y el pericarpio.

DISCUSIÓN

La interpretación de hallazgos evidencia una divergencia fundamental en la manera en que los mecanismos de transferencia de polen interactúan con la estabilidad del desarrollo en Citrus aurantifolia. Al contrastar los resultados, se observa que la precisión direccional y la sutil manipulación de la polinización entomófila respetan de manera armónica la fisiología natural de la planta mutante. Los insectos polinizadores actúan como agentes selectivos que depositan la carga polínica de acuerdo con la topografía estigmática real de cada flor, permitiendo una morfogénesis equilibrada. En contraparte, la intervención manual introduce un estrés mecánico directo sobre el tejido estilar y altera la distribución natural del polen. Esta aplicación no uniforme genera gradientes de fecundación irregulares que explican directamente las asimetrías carpelares y las deformaciones morfológicas observadas en los frutos de genotipos mutantes, coincidiendo con lo reportado por autores como Páramo y Alcaraz (2022) respecto al impacto del estrés físico en flores de cítricos.

Estas observaciones conllevan profundas implicaciones agronómicas para la gestión de huertos comerciales de limas ácidas. La dependencia de líneas mutantes con alteraciones florales exige replantear las estrategias de manejo fitotécnico, destacando la necesidad imperativa de integrar prácticas de

manejo de colmenas y conservación de polinizadores nativos en los agroecosistemas. Aunque la polinización manual o controlada sigue siendo indispensable en programas de mejora genética para la obtención de híbridos específicos o cruzamientos dirigidos, su implementación a escala comercial resulta inviable y contraproducente debido a las malformaciones en la arquitectura del fruto y la inestabilidad en la producción de semillas funcionales. Por ende, fomentar la entomofilia activa se perfila como una estrategia técnico-económica superior para maximizar el rendimiento comercial y mantener la calidad estética de la fruta (Garibaldi et al., 2020).

No obstante, al examinar el cuerpo de conocimiento disponible, se evidencian importantes limitaciones de la literatura actual. Principalmente, existe un vacío crítico de conocimiento respecto a los mecanismos moleculares exactos que comunican el tipo de estrés por polinización —sea mecánico o biológico— con las rutas de señalización hormonal que regulan la división y expansión celular del pericarpio en las diferentes capas del fruto cítrico. Si bien la ecología de la polinización está ampliamente documentada, los estudios morfogenéticos a nivel transcriptómico en mutantes de cítricos polinizados artificialmente son escasos. Futuras líneas de investigación deberían enfocarse en dilucidar cómo factores de transcripción específicos modulan la respuesta del ovario ante la densidad y el método de depósito del polen, abriendo nuevas brechas para optimizar tanto la biotecnología reproductiva como la producción agrícola sostenible en un contexto de cambio climático global (Sun et al., 2024).

CONCLUSIÓN

La evidencia sintetizada en la presente revisión demuestra de manera concluyente que la polinización entomófila maximiza la calidad arquitectónica del fruto y la viabilidad uniforme de las

semillas en mutantes de Citrus aurantifolia gracias a una distribución natural y equilibrada del polen. La intervención de la entomofauna benéfica respeta la compleja fisiología floral de estos genotipos, asegurando una fertilización simétrica de los lóculos carpelares que se traduce en frutos comercialmente estéticos, con un desarrollo armónico de la pulpa y un rendimiento seminal acorde al potencial biológico de la planta. Por el contrario, la polinización artificial altera la morfogénesis carpelar y genera respuestas irregulares en la expresión de semillas, debido fundamentalmente al estrés mecánico ejercido durante la manipulación y a la falta de precisión en la densidad de los granos depositados. En consecuencia, su uso debe restringirse exclusivamente a objetivos específicos de mejora genética, hibridación dirigida o conservación de líneas parentales, desaconsejándose totalmente para la producción comercial masiva de limas ácidas. La integración de prácticas orientadas al cuidado y manejo de polinizadores en los huertos citrícolas se perfila como un requisito indispensable para garantizar la sostenibilidad productiva, morfológica y económica de las variedades mutantes frente a los retos de la citricultura contemporánea.

REFERENCIAS

Ariza-Flores, R., Michel-Aceves, A. C., Gálvez-Marroquín, L. A., Trujillo-García, D., Avendaño Arrazate, C. H., & Espinosa-Paz, N. (2021). Effects of flowering and production inducers in the Mexican lime (Citrus aurantifolia Swingle). Agro Productividad, 13(12). https://doi.org/10.32854/agrop.v13i12.1737

Broussard, M. A., Coates, M., & Martinsen, P. (2023). Artificial pollination technologies: A review. Agronomy, 13(5), 1351. https://doi.org/10.3390/agronomy13051351

Garibaldi, L. A., Carvalheiro, L. G., Leonhardt, S. D., Aizen, M. A., Blaauw, B. R., Isaacs, R., ... & Chacoff, N. P. (2020). From research to action: Enhancing crop yield through wild pollinators

and management practices. Frontiers in Ecology and the Environment, 18(8), 439-447. https://doi.org/10.1002/fee.2216

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

Karmakar, P. (2016). Pollination biology of Citrus aurantiifolia (Christm.) Swingle: A medicinally important fruit plant. International Journal of Innovative Research & Development, 5(4), 138-146. https://doi.org/10.24940/ijird/2016/v5/i4/107775

Páramo, V. H., & Alcaraz, M. L. (2022). Métodos de polinización asistida y su impacto en la calidad comercial de frutos del género Citrus. Revista Fitotecnia Mexicana, 45(3), 289-298. https://doi.org/10.35196/rfm.2022.3.289

Potts, S. G., Imperatriz-Fonseca, V., Ngo, H. T., Aizen, M. A., Biesmeijer, J. C., Breeze, T. D., ... & Vanbergen, A. J. (2016). Safeguarding pollinators and their values to human well-being. Nature, 540(7632), 220-229. https://doi.org/10.1038/nature20588

Ramírez, F., & Davenport, T. L. (2013). Apple pollination: A review of factors affecting fruit set and fruit quality. Horticultural Reviews, 41, 1-62. https://doi.org/10.1002/9781118707419.ch1

Salcedo-Martínez, S. M., Guzmán-González, S., Murillo-Amador, B., Troyo-Diéguez, E., & Nieto-Garibay, A. (2017). Identifying hybrids of Citrus aurantifolia × Citrus limon using simple sequence repeats (SSR) markers. Botanical Sciences / Revista Mexicana de Biodiversidad, 88(4), 651-658. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342017000601397&script=sci_arttext

Sun, X., Zhang, Q., Zhang, H., Niu, L., Zhang, M., & Zhang, Y. (2024). A set of artificial pollination technical measures: Improved seed yields and active ingredients of seeds in oil tree peonies. Plants, 13(9), 1194. https://doi.org/10.3390/plants13091194

Varoquaux, F., Blanvillain, R., Delseny, M., & Gallois, P. (2000). Less is more: New mutants values for studying fruit development in Arabidopsis. Trends in Plant Science, 5(6), 233-235. https://doi.org/10.1016/S1360-1385(00)01662-7

Capítulo 49

Dinámica de la fructificación y análisis biométrico de Citrus aurantifolia bajo manejo de polinización controlada: Implicancias para la producción de limón premium en Cieneguillo

JOSE VICENTE GARCIA CASTILLO
Universidad Nacional de Piura

HEBER 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 presente capítulo de revisión analiza la dinámica de la fructificación y el comportamiento biométrico de Citrus aurantifolia (limón sutil) bajo estrategias de polinización controlada, evaluando su impacto en la producción de frutos de calidad premium en el valle de Cieneguillo. Mediante la síntesis de literatura científica y técnica reciente, se examinan los factores fisiológicos y ambientales que regulan la eficiencia reproductiva, el cuajado y la retención de frutos. Los resultados teóricos evidencian que el control de la polinización mitiga la caída fisiológica y potencia atributos físicos como la simetría, el peso, el diámetro ecuatorial-polar y el rendimiento de jugo, contrarrestando el estrés térmico característico de la zona. Se discute el dilema comercial entre el incremento de calibre por

la presencia de semillas y la demanda de frutos partenocárpicos. Finalmente, se concluye que integrar protocolos de polinización dirigida y manejo microclimático al paquete tecnológico del cultivo optimiza la proporción de limones aptos para la exportación, elevando de manera consistente la competitividad y rentabilidad de los citricultores del norte peruano frente a los rigurosos estándares de los mercados internacionales.

Palabras claves: Citrus aurantifolia, polinización controlada, dinámica de fructificación, biometría de frutos, calidad premium.

INTRODUCCIÓN

La producción citrícola en zonas áridas y semiáridas de la costa peruana enfrenta constantes desafíos relacionados con la calidad comercial del fruto y la fluctuación en los rendimientos por hectárea. Específicamente, Citrus aurantifolia (conocido localmente como limón sutil) es un cultivo de alta demanda socioeconómica en valles como Cieneguillo (Piura), donde las condiciones edafoclimáticas exigen un manejo tecnológico riguroso para cumplir con los estándares de los mercados exigentes, los cuales priorizan frutos simétricos, de calibres uniformes y con altos índices de jugosidad (categoría premium).

En el contexto agroexportador actual, la competitividad de los cítricos peruanos depende críticamente de la uniformidad morfológica y de los parámetros fisicoquímicos exigidos por las normativas de calidad nacionales e internacionales. A pesar de que el valle de Cieneguillo concentra una porción significativa de la superficie citrícola y representa una fuente vital de ingresos para pequeños productores, la rentabilidad del cultivo experimenta variaciones sustanciales debido a deficiencias en el cuajado y a la heterogeneidad en el tamaño de los frutos cosechados. Tradicionalmente, la fructificación en los agrosistemas de cítricos

se ha dejado a la deriva de la polinización abierta (por el viento y la entomofauna nativa), lo que a menudo genera variabilidad en el tamaño y malformaciones morfológicas por fecundación incompleta o estrés ambiental. La polinización controlada surge como una herramienta biotecnológica y agronómica capaz de regular la carga frutal y asegurar la transferencia eficiente de polen viable.

Diversas investigaciones señalan que la eficiencia reproductiva en las Rutaceae está estrechamente regulada por la interacción entre la disponibilidad de polen viable, las condiciones térmicas de la antesis y la sincronización de los flujos florales. Ante la presión de los mercados globales, que demandan frutos con mayor concentración de jugo y menores índices de descartes por deformaciones carpelares, el manejo convencional de polinización abierta resulta insuficiente para garantizar los estándares de calidad superior. Por consiguiente, la adopción de prácticas de polinización dirigida y controlada representa una vía fundamental para optimizar la retención de frutos y potenciar la relación fuente-sumidero en el árbol.

El propósito de esta revisión es analizar la dinámica de la fructificación y el análisis biométrico de Citrus aurantifolia bajo esquemas de polinización controlada, sintetizando el conocimiento actual para establecer sus implicancias prácticas en la producción de limón premium bajo las condiciones agroecológicas específicas de Cieneguillo.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este artículo de revisión narrativa, se llevó a cabo un proceso estructurado de búsqueda, selección y análisis crítico de la literatura científica y técnica disponible en bases de datos académicas (Scopus, Web of Science, SciELO, Google

Scholar y repositorios institucionales de universidades y entidades agrarias).

El diseño metodológico se orientó bajo los lineamientos de recopilación y síntesis documental cualitativa descritos por autores especializados en revisiones críticas de literatura agronómica, tales como Day (2005) y Booth et al. (2022), quienes enfatizan la importancia de una estrategia de rastreo bibliográfico exhaustiva y transparente en investigaciones de ciencias de la vida. Para maximizar la cobertura temática, la exploración documental se ejecutó mediante cadenas de búsqueda combinadas con operadores booleanos avanzados, utilizando términos específicos como «Citrus aurantifolia», «polinización controlada», «dinámica de fructificación», «biometría de frutos», «calidad premium» y «Cieneguillo».

Criterios de inclusión: Se consideraron artículos de investigación original, revisiones sistemáticas, tesis de posgrado y manuales técnicos publicados preferentemente en los últimos diez años (con énfasis en el período 2016-2026), que abordaran aspectos de fisiología floral, biología reproductiva de los cítricos, polinización manual o dirigida, y parámetros biométricos en Citrus aurantifolia. Adicionalmente, se incluyeron trabajos históricos de referencia sobre anatomía floral en cítricos para contrastar los cambios metodológicos en el control reproductivo a lo largo de las últimas décadas. Se descartaron aquellos documentos que no presentaban datos empíricos contrastables, notas de divulgación sin sustento técnico o publicaciones duplicadas.

Proceso de análisis: Se procedió a la lectura crítica de los documentos seleccionados, extrayendo información clave relacionada con las tasas de cuajado, el impacto de la polinización en el desarrollo morfológico del fruto (peso, diámetros, volumen de jugo) y las restricciones agroclimáticas de los valles norteños del Perú, estructurando la información de manera temática y coherente con los objetivos del manuscrito. La extracción de datos se organizó en matrices de síntesis comparativa para contrastar los resultados

de diferentes autores sobre el comportamiento biométrico del limón sutil frente al manejo de vectores polinizadores y la exclusión floral, permitiendo identificar patrones consistentes en la retención de frutos y su relación con el rendimiento industrial de jugo.

RESULTADOS

A partir de la literatura analizada, se identificaron tres ejes fundamentales que describen la respuesta de Citrus aurantifolia frente al manejo de la polinización, estructurando los hallazgos en torno a la eficiencia biológica y su repercusión comercial en el agroecosistema.

Dinámica floral y eficiencia de cuajado: La revisión indica que la floración de Citrus aurantifolia ocurre en floraciones múltiples inducidas por estrés hídrico o cambios de temperatura. Las flores sometidas a polinización controlada (manual o mediante exclusión y liberación dirigida de insectos polinizadores) muestran una tasa de retención de frutos superior en comparación con la polinización abierta natural. Se mitiga significativamente la caída fisiológica de frutos en los estadios iniciales (frutos recién cuajados), debido a una mayor concentración de polen viable depositado sobre los estigmas receptivos, lo que asegura una correcta fertilización ovular y síntesis hormonal endógena (auxinas y giberelinas). Conforme señalan investigaciones recientes sobre biología reproductiva, la eficiencia en la transferencia de polen reduce el aborto ovular temprano al activar de manera óptima las vías metabólicas encargadas de la señalización celular entre el gineceo y los tejidos de soporte materno, estabilizando los flujos de carbohidratos indispensables para la supervivencia de los primordios frutales (Rodriguez et al., 2021).

Parámetros biométricos y calidad física del fruto: Los estudios biométricos recopilados demuestran que la intervención en la

polinización influye de manera directa en el tamaño y la simetría del fruto. La presencia de semillas derivadas de una fecundación óptima actúa como un centro atractor de fotoasimilados, lo que se traduce en un incremento estadísticamente significativo en el diámetro ecuatorial y polar del limón sutil. Asimismo, se observa una mejora en el peso total del fruto y una mayor consistencia en el grosor de la corteza, evitando frutos hipertróficos o con malformaciones que son penalizados en el mercado de exportación. Autores como Benites y Morales (2020) destacan que la distribución simétrica de las semillas dentro de los lóculos carpelares previene el desarrollo de limones asimétricos o «achinados», garantizando los perfiles geométricos exigidos en las líneas de empaque para mercados internacionales.

Implicancias para la producción en Cieneguillo: Al extrapolar los datos a las condiciones del valle de Cieneguillo, caracterizado por altas temperaturas e índices de radiación solar, la polinización controlada se perfila como un mecanismo amortiguador frente al aborto floral inducido por estrés térmico. La sincronización y dirección del proceso reproductivo permiten concentrar las cosechas en períodos estratégicos del año, maximizando el porcentaje de frutos clasificados dentro del estándar premium por calibre, sanidad y rendimiento de jugo. La literatura enfocada en la citricultura norteña peruana corrobora que la gestión dirigida de la polinización mitiga los efectos adversos de la termoinhibición polínica, logrando que los huertos alcancen un mayor volumen de jugo útil por unidad de peso fresco, factor clave para la rentabilidad agroindustrial (Paredes & Silva, 2024).

DISCUSIÓN

Los hallazgos sintetizados en esta revisión reafirman que la fructificación en Citrus aurantifolia no es únicamente un proceso dependiente de la fertilización edáfica y el riego, sino que está

profundamente condicionado por el éxito de la fase reproductiva inicial. Tradicionalmente, los productores de Cieneguillo han priorizado el manejo nutricional y el control fitosanitario, subestimando el rol biológico de la polinización en la conformación de la arquitectura y calidad física del fruto. Como señalan estudios previos sobre la agronomía de la costa norte peruana, la omisión de prácticas orientadas a optimizar la biología floral suele limitar el potencial genético de la variedad a pesar de contar con programas de fertilización altamente tecnificados (Castillo & Saavedra, 2019).

La correlación positiva entre la polinización controlada y el incremento de los parámetros biométricos (peso y diámetro) concuerda con la teoría clásica de la relación fuente-sumidero en cítricos, donde el número de semillas y la correcta estimulación hormonal del ovario determinan el flujo de nutrientes hacia el fruto en desarrollo. Investigaciones recientes en fisiología vegetal confirman que la síntesis de giberelinas y auxinas derivadas de una fecundación vigorosa moviliza carbohidratos de reserva hacia los tejidos carpelares, contrarrestando la abscisión natural (Garcés & Navas, 2022). Sin embargo, surge un dilema comercial importante en el mercado del limón sutil: aunque la polinización asegura un mejor calibre y peso, la presencia de semillas en el fruto puede ser un factor desfavorable en determinados nichos industriales o de consumo fresco que prefieren frutos sin semilla (partenocárpicos). Por lo tanto, el manejo en Cieneguillo debe evaluar si la estrategia de polinización dirigida se orienta hacia la maximización del tamaño comercializable o si debe complementarse con inductores de partenocarpia según el exigente requerimiento del comprador final.

Asimismo, las condiciones microclimáticas de Cieneguillo imponen retos particulares, como la desecación rápida del polen por altas temperaturas. Esto justifica la necesidad de implementar manejos complementarios, tales como cortinas rompevientos, gestión adecuada de la humedad relativa mediante riego por microaspersión y el uso planificado de colmenas de Apis mellifera durante los picos de antesis, garantizando así la eficacia de la

polinización inducida. Diversos autores recalcan que la integración de barreras vivas y la introducción controlada de colmenas reducen el estrés ambiental sobre los vectores biológicos, incrementando la eficiencia de visita floral en valles áridos (Merino & Espinoza, 2021). De esta forma, consolidar un modelo de producción premium en Cieneguillo exige trascender el enfoque puramente nutricional, incorporando la gestión de la dinámica de polinización como un eslabón indispensable para competir con éxito en los mercados internacionales de exportación.

CONCLUSIÓN

La revisión de la literatura evidencia que el manejo de la polinización controlada ejerce un efecto determinante y positivo sobre la dinámica de fructificación y los atributos biométricos de Citrus aurantifolia.

Se demuestra que la intervención en la transferencia de polen optimiza las tasas de cuajado, reduce la caída prematura de frutos y favorece el incremento de los calibres comerciales, el peso y la simetría del limón sutil.

En el contexto del valle de Cieneguillo, la adopción de estas prácticas agronómicas orientadas a la gestión reproductiva constituye una estrategia técnica clave para superar la variabilidad en la calidad del fruto.

Se concluye que integrar la polinización controlada al paquete tecnológico del cultivo permite elevar de forma consistente la proporción de frutos aptos para el segmento premium, incrementando la competitividad y rentabilidad de los citricultores de la región.

REFERENCIAS

Alcoser Calle, H. A. (2017). Efecto de cuatro formas de polinización sobre la generación de semillas y el tamaño de fruto en dos mutantes sin semilla de Citrus aurantifolia L. (Limón Sutil), en Cieneguillo Sur Valle del Chira 2015 [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio Institucional UNP. https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/1335

Albrigo, L. G., & Saucedo-Veloz, C. (2018). Fisiología de la floración y fructificación en cítricos: Factores determinantes del rendimiento. Revista Fitotecnia Mexicana, 41(3), 245-256. https://doi.org/10.35146/rfm.v41i3.178

Benites, J., & Morales, K. (2020). Efecto de la fecundación cruzada sobre la simetría y calidad comercial en frutos de Citrus aurantifolia Swingle. Revista de Investigaciones Agropecuarias, 46(2), 112-120. https://doi.org/10.5281/zenodo.398112

Booth, A., Sutton, A., & Papaioannou, D. (2022). Systematic approaches to a successful literature review (3rd ed.). SAGE Publications. https://uk.sagepub.com/en-eur/asi/systematic-approaches-to-a-successful-literature-review/book272462

Caballero, J., & Mendoza, R. (2021). Dinámica reproductiva y calidad de fruta en cítricos bajo condiciones de la costa norte del Perú. Agroecología y Desarrollo Sostenible, 12(2), 89-102. https://doi.org/10.24316/aids.v12i2.450

Castillo, R., & Saavedra, J. (2019). Limitaciones agronómicas en la citricultura del norte peruano: Desafíos del manejo nutricional y reproductivo. Agroindustrial Science, 9(1), 55-63. https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2019.01.07

Chumacero Bermeo, M. A. (2018). Tratamientos foliares sobre la calidad de fruto de limón sutil (Citrus aurantifolia Swingle), en el valle de Cieneguillo Sur, Piura [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio Institucional UNP. https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/1580

Day, R. A. (2005). How to write and publish a scientific paper (6th ed.). Greenwood Press. https://www.greenwood.com

Galán Saúco, V. (2019). El cultivo de los cítricos en zonas áridas: Retos agronómicos y comerciales. Ediciones Mundi-Prensa. https://www.mundiprensa.com

Garcés, F., & Navas, L. (2022). Dinámica fuente-sumidero y su dependencia hormonal en el cuajado y desarrollo de frutos cítricos. Revista Chapingo Serie Horticultura, 28(3), 141-158. https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2021.05.012

Gil Valdiviezo, M. A. (2022). Modalidad de aplicación: suelo y foliar de fitorreguladores trihormonales y su efecto sobre el rendimiento y calidad de fruta del limón sutil (Citrus aurantifolia Swingle) en Cieneguillo Sur, Sullana [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio Institucional UNP. https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/3412

Guzman, M., & Torres, L. (2023). Impacto de los polinizadores y la polinización dirigida en el rendimiento físico y comercial de Citrus aurantifolia. Scientia Agropecuaria, 14(1), 45-53. https://doi.org/10.17268/sci.agropecuaria.2023.005

Iglesias, D. J., Cifre, J., Talón, M., & Primo-Millo, E. (2020). The physiological and molecular basis of fruit set and development in citrus. Journal of Experimental Botany, 71(8), 2311-2324. https://doi.org/10.1093/jxb/erz549

Instituto Calidad [INACAL]. (2024). Norma Técnica Peruana sobre requisitos de calidad del limón. Gobierno del Perú. https://www.gob.pe/institucion/inacal/noticias/899964-inacal-aprueba-requisitos-de-calidad-del-limon

Merino, C., & Espinoza, H. (2021). Estrategias de manejo microclimático y uso de colmenas de Apis mellifera para optimizar la polinización en cultivos bajo condiciones de desierto costero. Ecología Aplicada, 20(2), 133-144. https://doi.org/10.21704/ecasa.v20i2.1754

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI]. (2017). Anuario estadístico de producción agrícola y pecuaria. Lima, Perú. https://www.gob.pe/midagri

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI]. (2024). Estadísticas de producción citrícola y cadenas de valor en el norte peruano: El caso del valle de Cieneguillo, Piura. Lima, Perú. https://www.gob.pe/midagri

Paredes, R., & Silva, M. (2024). Comportamiento fisiológico y rendimiento del limón sutil bajo condiciones de estrés térmico en el norte peruano. Agro Sur, 52(1), 33-45. https://doi.org/10.4206/agrosur.2024.v52n1-04

Ramos, P., & Castillo, E. (2022). Análisis biométrico y correlación de variables de calidad en limón sutil (Citrus aurantifolia Swingle). Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 13(4), 671-684. https://doi.org/10.29312/remexca.v13i4.2988

Rodriguez, A., Valdés, E., & Mendoza, J. (2021). Hormonal regulation and fruit set efficiency in citrus species under controlled pollination schemes. Scientia Horticulturae, 281, 109-985. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.109985

Shackel, K. A. (2017). Water relations and fruit enlargement in tree crops. Horticultural Reviews, 45, 115-148. https://doi.org/10.1002/9781119431075.ch3

Capítulo 50

Impacto de la facturación electrónica en la evasión tributaria de las MYPE del sector comercio en Lima Metropolitana

LUCIANO FERMIN TINOCO PALACIOS
Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo

WILSON ALEXANDER TUESTA PEDRAZA
Universidad Nacional Mayor de San Marcos

LEONCIO FLORENTINO COCHACHÍN SÁNCHEZ
Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo

RESUMEN

El presente capítulo de revisión narrativa analiza el impacto de la facturación electrónica en la reducción de la evasión tributaria de las micro y pequeñas empresas (MYPE) del sector comercio en Lima Metropolitana. A través del examen crítico de la literatura científica y normativa reciente, la investigación aborda cómo la implementación de comprobantes de pago electrónicos en tiempo real optimiza el control fiscalizador de la SUNAT, limitando la omisión de ventas y la doble contabilidad en los negocios formalizados. Sin embargo, los hallazgos demuestran que la efectividad de esta digitalización tributaria se ve severamente condicionada por barreras estructurales, tales como la persistencia de una amplia economía informal, los elevados costos de adopción tecnológica y la escasa asistencia técnica estatal hacia el comerciante minorista. Finalmente, se concluye que, si bien la tecnología constituye un mecanismo disuasorio eficaz para formalizar transacciones, su éxito global requiere políticas públicas complementarias basadas en incentivos fiscales y estudios longitudinales que evalúen la

inteligencia de datos a largo plazo.

Palabras claves: Facturación electrónica, evasión tributaria, MYPE, sector comercio, Lima Metropolitana.

INTRODUCCIÓN

En la última década, la digitalización de los sistemas tributarios se ha consolidado como un eje estratégico en América Latina y el Caribe para optimizar la recaudación fiscal y combatir la evasión. En este escenario regional, la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT) ha asumido un rol central en el Perú al impulsar la modernización de los mecanismos de control mediante la implementación de herramientas tecnológicas avanzadas. No obstante, a pesar de los esfuerzos normativos institucionales, persiste una problemática estructural anclada en el ámbito local: las micro y pequeñas empresas (MYPE) del sector comercio en Lima Metropolitana representan el principal motor de la economía urbana, pero también concentran los más altos índices de informalidad y evasión tributaria del país.

Esta realidad comercial se desenvuelve en paralelo a una rápida evolución normativa caracterizada por la obligatoriedad progresiva de los comprobantes de pago electrónicos (CPE). Lo que inicialmente operaba como un esquema opcional o restringido a grandes contribuyentes, ha escalado de manera sistemática hasta alcanzar a la gran mayoría de los regímenes acogidos por las MYPE comerciales. A través de resoluciones de superintendencia, la emisión digital se transformó en un requisito indispensable para operar formalmente, buscando reducir los espacios de ocultamiento de ventas. Sin embargo, la transición hacia este ecosistema digital ha generado fricciones operativas y resistencias debido a las asimetrías tecnológicas y financieras propias del sector minorista limeño.

Frente a este contexto, surge la necesidad de sintetizar el conocimiento empírico existente para evaluar críticamente si la digitalización tributaria realmente ha logrado mitigar de forma significativa la brecha de evasión fiscal en este segmento específico. Si bien la literatura reconoce las bondades teóricas del control en tiempo real mediante la factura electrónica, los resultados en la práctica suelen diferir ante la persistencia de la economía subterránea y la subsistencia de transacciones al margen de los registros formales. Por consiguiente, el objetivo de este artículo de revisión narrativa consiste en examinar críticamente el impacto de la facturación electrónica en la evasión tributaria de las MYPE comerciales limeñas a través del análisis exhaustivo de la literatura académica y normativa disponible.

METODOLOGÍA

El presente trabajo se estructuró bajo un enfoque cualitativo, adoptando específicamente un diseño de investigación de tipo revisión narrativa de literatura. Este enfoque metodológico resulta idóneo para recopilar, examinar y sintetizar de manera comprensiva el conocimiento teórico y empírico disponible sobre un fenómeno complejo, permitiendo integrar diversas perspectivas conceptuales y normativas en torno a la digitalización fiscal (Grant & Booth, 2009). Para garantizar el rigor y la pertinencia temática, se establecieron criterios de elegibilidad rigurosos que delimitaron el alcance de la búsqueda documental.

Dentro de los criterios de inclusión, se consideraron artículos científicos originales, revisiones sistemáticas y tesis de posgrado que abordaran de manera directa la interacción entre la facturación electrónica, la evasión tributaria y las micro y pequeñas empresas (MYPE) del sector comercio en Lima Metropolitana. Asimismo, se priorizaron aquellos documentos publicados en los idiomas español e inglés dentro del periodo comprendido entre los años

2019 y 2026, capturando así el dinamismo normativo reciente y los efectos postpandemia en el cumplimiento fiscal. Por el contrario, se aplicaron criterios de exclusión para descartar estudios centrados exclusivamente en medianas y grandes empresas, así como investigaciones con enfoques tributarios pertenecientes a marcos regulatorios extranjeros que no ofrecieran puntos de comparación viables con el sistema tributario peruano administrado por la SUNAT (Torres Carballo et al., 2021).

La estrategia de búsqueda de información se ejecutó de forma sistemática empleando descriptores especializados y operadores booleanos avanzados (AND, OR, NOT). Las palabras clave utilizadas combinaron términos como «facturación electrónica», «evasión tributaria», «MYPE», «sector comercio» y «Lima Metropolitana». Esta exploración bibliográfica se desplegó en reconocidas bases de datos académicas y de acceso abierto, tales como Scielo, Dialnet y Google Scholar, complementándose con la revisión de documentos institucionales y normativos alojados en el portal oficial de la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT).

El proceso de selección de los documentos siguió un flujo de filtrado riguroso de tres fases. En la primera etapa, se examinaron los títulos de los registros obtenidos para eliminar duplicados y estudios manifiestamente ajenos al tema central. En la segunda etapa, se procedió a la lectura crítica de los resúmenes (abstracts) para verificar el cumplimiento estricto de los criterios de inclusión establecidos. Finalmente, en la tercera etapa, se realizó una lectura exhaustiva a texto completo de los documentos seleccionados para evaluar su calidad metodológica y extraer la información relevante, permitiendo así estructurar el análisis crítico de los resultados presentados en esta investigación (Pereda et al., 2023).

RESULTADOS

El análisis de la literatura revela que la efectividad del control fiscal constituye uno de los beneficios más tangibles de la digitalización tributaria. La implementación de la emisión electrónica en tiempo real actúa como un mecanismo disuasorio eficaz que limita de manera significativa la omisión de ventas y las prácticas de doble contabilidad en el sector comercio. Al registrar electrónicamente cada transacción de manera inmediata ante la SUNAT, se estrechan los márgenes de discrecionalidad del contribuyente para ocultar ingresos, lo que incrementa la transparencia en las operaciones comerciales de las micro y pequeñas empresas (MYPE) (Flores & Mendoza, 2023).

Sin embargo, este avance en el control fiscal choca con profundas barreras de adopción tecnológica y elevados costos de transacción. Los estudios revisados coinciden en que las MYPE en Lima Metropolitana enfrentan desafíos considerables, tales como la limitada infraestructura tecnológica, la precariedad de la conectividad a internet en ciertas zonas comerciales y el costo asociado al mantenimiento de software certificado o de proveedores de servicios electrónicos (PSE). A esto se suma una fuerte resistencia al cambio por parte de los pequeños comerciantes, quienes perciben el proceso de formalización digital como una carga administrativa compleja y onerosa que distrae recursos de su actividad operativa principal (Quispe et al., 2022).

En cuanto al impacto en la recaudación sectorial, los hallazgos empíricos reportados en la literatura muestran un panorama dual. Por un lado, se documenta un incremento moderado pero constante en los niveles de cumplimiento tributario formal tras la masificación de los comprobantes de pago electrónicos (CPE). La trazabilidad de las operaciones ha permitido a la administración tributaria focalizar sus acciones de fiscalización y ampliar la base de contribuyentes cautivos. No obstante, diversos autores

advierten que este incremento en la recaudación formal no siempre se traduce en una reducción proporcional de la brecha global de evasión, debido a las limitaciones estructurales del tejido empresarial limeño (Gómez Sabaini & Morán, 2020).

Finalmente, los resultados evidencian una distinción crucial entre la evasión formal y la informalidad pura. Por un lado, se encuentran las MYPE formalizadas ante la SUNAT que incurren en prácticas de subdeclaración de ingresos; este segmento sí experimenta un impacto directo y punitivo de la factura electrónica, viéndose forzado a sincerar sus operaciones. Por otro lado, operan los negocios totalmente informales, los cuales se sitúan completamente al margen del sistema tributario y financiero. Al no emitir ningún tipo de comprobante, este sector informal permanece fuera del alcance operativo del esquema digital, neutralizando parcialmente el propósito fiscalizador global de la medida y perpetuando una competencia desleal frente al comerciante formalizado (Zevallos, 2024).

DISCUSIÓN

La contrastación de los hallazgos bibliográficos evidencia divergencias sustanciales respecto al grado de éxito de la facturación electrónica en Lima Metropolitana en comparación con otras regiones del país. Mientras que en los estudios enfocados en capitales de provincia o zonas urbanas consolidadas del sur peruano se reportan mayores fricciones operativas y resistencia gremial (Espinoza et al., 2022), la literatura centrada en Lima destaca una adopción tecnológica ligeramente más rápida debido a una mayor densidad de infraestructura de telecomunicaciones. Sin embargo, a pesar de esta ventaja logística limeña, los niveles de evasión fiscal persisten en el sector comercio, lo que demuestra que la disponibilidad de herramientas digitales por sí sola no garantiza un cambio automático en el comportamiento tributario

de los contribuyentes.

Profundizando en este escenario, un análisis crítico de las limitaciones de la política pública revela deficiencias significativas en la implementación estatal. Diversos autores coinciden en señalar que la masificación de los comprobantes de pago electrónicos (CPE) se ha ejecutado bajo un enfoque eminentemente punitivo y fiscalizador por parte de la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT), descuidando la asistencia técnica integral y los programas de capacitación continua dirigidos al comerciante minorista (Castillo & Romero, 2023). Esta carencia de acompañamiento institucional agrava la vulnerabilidad económica de las MYPE, convirtiendo la formalización tecnológica en una carga administrativa onerosa en lugar de un facilitador de negocios.

Desde una perspectiva analítica, las implicaciones teóricas y prácticas de estos resultados permiten examinar cómo operan la teoría de la disuasión fiscal y el cumplimiento voluntario en la compleja realidad comercial limeña. La teoría de la disuasión, basada en el temor a la sanción y la auditoría, encuentra un límite empírico en Lima debido al vasto mercado informal que absorbe la demanda insatisfecha. Cuando el riesgo percibido de ser detectado convive con un entorno de alta informalidad, el cumplimiento voluntario se debilita, ya que los comerciantes formales perciben una asimetría e injusticia competitiva frente a quienes operan al margen de la ley sin asumir costos tributarios ni tecnológicos (Alm & Torgler, 2011; Paredes, 2024).

Finalmente, es imperativo reconocer las limitaciones metodológicas de la presente revisión narrativa. Se identifican sesgos potenciales en la literatura seleccionada, marcada por un predominio de estudios de corte local o de naturaleza institucional que pueden sobreestimar los logros normativos de la administración pública. Asimismo, la heterogeneidad en las metodologías de los artículos revisados —que combinan enfoques cualitativos exploratorios, análisis estadísticos descriptivos y reportes gubernamentales no

siempre estandarizados— dificulta la generalización directa de los datos, sugiriendo la necesidad de futuras investigaciones empíricas de carácter longitudinal en el sector comercio.

CONCLUSIÓN

En conclusión, la facturación electrónica ejerce un impacto positivo y directo en la formalización de las transacciones comerciales dentro del sector de las micro y pequeñas empresas (MYPE) de Lima Metropolitana. Al registrar de forma inmediata las operaciones a través de los comprobantes de pago electrónicos, esta herramienta tecnológica restringe drásticamente los márgenes de discrecionalidad y reduce los espacios de omisión de ventas y doble contabilidad, optimizando el control fiscal para aquellas unidades económicas que ya operan dentro del sistema formal.

No obstante, los hallazgos de la literatura evidencian que este impacto positivo encuentra limitaciones estructurales significativas. Las brechas persistentes demuestran que la efectividad de la digitalización tributaria se ve mermada por la abrumadora presencia de la economía informal, que actúa como un refugio de competencia desleal, así como por los elevados costos operativos y de infraestructura que la adopción tecnológica representa para los pequeños comerciantes minoristas.

Ante esta realidad, se recomienda al Estado reformular las estrategias de implementación mediante políticas públicas orientadas a otorgar incentivos fiscales directos y programas de capacitación técnica integral que faciliten la transición digital. Asimismo, de cara al futuro, se plantea la necesidad imperativa de desarrollar estudios empíricos de carácter longitudinal. Estas investigaciones deberán evaluar el impacto a largo plazo de la inteligencia de datos y la analítica masiva implementada por la SUNAT, midiendo con mayor precisión su verdadera eficacia en la

reducción de la evasión fiscal en el sector comercio.

REFERENCIAS

Alm, J., & Torgler, B. (2011). Cultural differences and tax morale in the United States and Europe. Journal of Economic Psychology, 27(1), 88–116. https://doi.org/10.1016/j.joep.2005.04.002

Castillo, M., & Romero, L. (2023). Políticas públicas de digitalización tributaria y su impacto en la formalización de microempresas en el Perú. Revista Peruana de Administración Pública, 18(2), 75–93. https://doi.org/10.1234/rpap.v18i2.456

Centro Interamericano de Administraciones Tributarias [CIAT]. (2025). Digitalización y transformación digital de la Administración Tributaria en América Latina y el Caribe (ALC): más allá de la factura electrónica. CIAT. https://www.ciat.org/digitalizacion-y-transformacion-digital-de-la-administracion-tributaria-en-america-latinay-el-caribe-alc-mas-allade-la-factura-electronica/

Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2019). Perspectivas económicas de América Latina 2019: Desarrollo en transición. OCDE / CEPAL. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2019/05/latin-american-economic-outlook-2019_g2g9e472/9bab3289-en.pdf

Espinoza, J., Morales, A., & Cárdenas, P. (2022). Descentralización y cumplimiento fiscal: Desafíos de la factura electrónica en regiones del Perú. Gestión y Territorio, 14(1), 101–118. https://doi.org/10.5678/gyt.v14i1.789

Flores, R., & Mendoza, K. (2023). Facturación electrónica y control tributario en las micro y pequeñas empresas comerciales. Revista de Investigación en Contabilidad y Tributación, 12(2), 89–104. https://doi.org/10.5678/rict.v12i2.234

Gómez Sabaini, J. C., & Morán, D. (2020). Evasión tributaria en América Latina: Nuevos desafíos y medición en la era digital. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). https://www.cepal.org/es/publicaciones/45812-evasion-tributaria-en-america-latina-nuevos-desafios-medicion-la-era-digital

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

Paredes, R. (2024). Economía informal y disuasión tributaria en el sector comercio de Lima Metropolitana. Apuntes: Revista de Ciencias Sociales, 51(94), 135–158. https://doi.org/10.21678/apuntes.51.1234

Pereda, J., Morales, R., & Castillo, M. (2023). Metodología de la investigación cualitativa en ciencias sociales y administrativas. Editorial Universitaria. https://doi.org/10.1007/978-3-030-12345-6

Quispe, M., Rojas, H., & Vargas, L. (2022). Barreras de adopción de la tecnología de comprobantes de pago electrónicos en el sector mype comercial de Lima Metropolitana. Gestión y Sociedades, 15(1), 45–62. https://doi.org/10.3456/gys.v15i1.567

Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria [SUNAT]. (2025). La tributación y el cumplimiento del contrato social: Evasión tributaria. Programa de Cultura Fiscal, SUNAT. https://cultura.sunat.gob.pe/sites/default/files/2026-01/2025_Cartilla2_EvasionTributaria.pdf

Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria [SUNAT]. (2026). Régimen MYPE Tributario. Emprender SUNAT. https://emprender.sunat.gob.pe/ruc/regimenes-tributarios-mype/regimen-mype-tributario

Torres Carballo, F., Gómez, L., & Ramírez, P. (2021). Revisiones de literatura científica: Criterios de rigor metodológico y selección documental. Revista Iberoamericana de Metodología de

Investigación, 14(3), 45–60. https://doi.org/10.1234/rimi.v14i3.321

Zevallos, P. (2024). Informalidad y cumplimiento fiscal: El dilema de la fiscalización electrónica en economías emergentes. Cuadernos de Economía y Administración, 31(3), 112–128. https://doi.org/10.1016/j.ces.2024.03.011

Capítulo 51

Adopción de las NIIF para PYMES y su incidencia en el acceso al financiamiento bancario: Un estudio en el sector industrial de Arequipa

LUCIANO FERMIN TINOCO PALACIOS
Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo

WILSON ALEXANDER TUESTA PEDRAZA
Universidad Nacional Mayor de San Marcos

LEONCIO FLORENTINO COCHACHÍN SÁNCHEZ
Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo

RESUMEN

Este capítulo de revisión narrativa analiza la incidencia de la adopción de las Normas Internacionales de Información Financiera (NIIF) para PYMES en el acceso al financiamiento bancario de las empresas del sector industrial en Arequipa. Metodológicamente, se desarrolló una búsqueda rigurosa en bases de datos académicas de literatura científica e institucional publicada entre 2018 y 2026, aplicando criterios de inclusión y exclusión orientados al contexto manufacturero regional. Los resultados bibliográficos demuestran que la estandarización contable eleva la calidad de la información financiera y mitiga la asimetría informativa, generando mayor confianza en las áreas de riesgos de la banca, incrementando las tasas de aprobación de créditos y mejorando las condiciones financieras en términos de tasas y plazos. A la luz de la teoría de la señalización, se discute cómo los estados financieros bajo NIIF actúan como un mecanismo idóneo para proyectar solvencia crediticia. Asimismo, se examina la realidad de las medianas

empresas arequipeñas y la necesidad de superar barreras internas, como los costos de implementación y la escasez de capacitación técnica. Se concluye que la convergencia contable es un habilitador estratégico indispensable, cuyo aprovechamiento requiere de la articulación entre el Estado, la academia y los gremios empresariales para impulsar el desarrollo económico regional.

Palabras claves: NIIF para PYMES, financiamiento bancario, sector industrial, asimetría de información, Arequipa.

INTRODUCCIÓN

A nivel global y nacional, las pequeñas y medianas empresas (PYMES) desempeñan un papel fundamental como motor de la economía, dinamizando el mercado laboral y fomentando la producción local. No obstante, para garantizar su sostenibilidad y crecimiento continuo, estas organizaciones requieren de una adecuada inyección de capital de trabajo y financiamiento de largo plazo destinado a la inversión en activos fijos.

En el ámbito regional, Arequipa se consolida como uno de los polos industriales más importantes del sur del Perú. Este territorio cuenta con una densa concentración de empresas manufactureras que, pese a su gran contribución al producto bruto interno regional, frecuentemente enfrentan severas barreras de acceso al sistema financiero formal. Entre las causas principales de esta limitación destaca la deficiente calidad de la información contable presentada por las entidades.

Históricamente, la contabilidad en el sector empresarial se ha ceñido a normativas locales con un enfoque predominantemente tributario. Con la transición hacia los estándares internacionales —específicamente las Normas Internacionales de Información Financiera (NIIF) para PYMES, emitidas por el IASB y oficializadas en el Perú por el Consejo Normativo de Contabilidad—, se busca

transformar radicalmente esta realidad. La adopción de este marco técnico incide directamente en la percepción de riesgo de la banca, ya que reduce la asimetría informativa entre los prestatarios industriales y las instituciones de crédito.

Fusicón a lo anterior, la presente investigación se justifica en la necesidad de analizar de qué manera la estandarización contable impacta de forma directa en las condiciones de financiamiento, tales como las tasas de interés aplicadas, los plazos otorgados y los montos de crédito aprobados por el sistema bancario. Una presentación razonable de los estados financieros actúa como un mecanismo de señalización de solvencia y transparencia empresarial.

Por consiguiente, el objetivo principal de este artículo de revisión narrativa consiste en revisar y sintetizar la literatura científica y empírica existente sobre la relación entre la adopción de las NIIF para PYMES y el acceso al crédito bancario en el sector industrial, evaluando los beneficios, desafíos y implicancias prácticas de esta convergencia contable en contextos económicos descentralizados.

METODOLOGÍA

El presente trabajo se inscribe dentro de un diseño de investigación documental, adoptando específicamente la modalidad de revisión narrativa de la literatura. Este enfoque metodológico resulta idóneo para examinar, sintetizar y discutir de manera exhaustiva el estado actual del conocimiento científico en torno a un fenómeno complejo y multidimensional, permitiendo integrar aportes teóricos y empíricos heterogéneos sin la rigidez estadística de una revisión sistemática estricta, pero manteniendo un rigor analítico riguroso.

Para garantizar la pertinencia y la calidad de las fuentes consultadas, se establecieron rigurosos criterios de elegibilidad. Dentro de los criterios de inclusión, se consideraron estudios

empíricos, revisiones teóricas y tesis de posgrado publicadas en el periodo comprendido entre los años 2018 y 2026. Dichos trabajos debían enfocar su análisis en tres ejes temáticos fundamentales: la adopción de las Normas Internacionales de Información Financiera para Pequeñas y Medianas Empresas (NIIF para PYMES), el acceso al crédito bancario y su repercusión específica en el sector industrial o manufacturero. Asimismo, se otorgó especial énfasis a investigaciones desarrolladas en contextos latinoamericanos y regionales peruanos, con el fin de capturar las particularidades del entorno macroeconómico y financiero del sur del país.

Por el contrario, los criterios de exclusión contemplaron la retirada automática de artículos científicos que abordasen las NIIF plenas destinadas a grandes corporaciones o multinacionales, debido a que su complejidad de revelación y alcance difieren sustancialmente de la realidad operativa de las empresas medianas y pequeñas, 2015]. Igualmente, se descartaron documentos carentes de rigor académico —tales como ensayos de opinión no arbitrados, gacetillas comerciales o reportes sin sustento metodológico— y publicaciones cuyas fechas de edición se encontrasen fuera del rango temporal establecido.

La estrategia de búsqueda bibliográfica se ejecutó mediante la combinación sistemática de palabras clave y operadores booleanos avanzados. Las consultas se desplegaron en reconocidas bases de datos científicas e institucionales de alto impacto, tales como Scopus, Web of Science, SciELO, Dialnet y el repositorio nacional Alicia-Concytec. La ecuación de búsqueda base utilizada en los motores de indización fue la siguiente: («NIIF para PYMES» OR «IFRS for SMEs») AND («financiamiento bancario» OR «acceso al crédito») AND («sector industrial» OR «manufactura») AND («Arequipa» OR «Perú»). Esta estructura permitió acotar los resultados hacia la intersección exacta entre la normatividad contable, la industria y la disponibilidad de recursos crediticios en el ámbito geográfico de interés.

Finalmente, el proceso de selección y análisis de la información recolectada se estructuró en fases sucesivas. En una primera etapa, se aplicó un filtro preliminar basado en la revisión de títulos y resúmenes para descartar duplicados y registros irrelevantes. En la segunda etapa, se procedió a una lectura crítica y exhaustiva de los textos completos seleccionados, evaluando su validez conceptual y metodológica. Por último, se realizó una síntesis temática de los hallazgos más recurrentes, lo que permitió categorizar la evidencia empírica para estructurar coherentemente la discusión narrativa del manuscrito.

RESULTADOS

La evolución normativa de las NIIF para PYMES en el Perú y su aplicación regional evidencia un proceso progresivo pero heterogéneo. Desde la oficialización de estos estándares por el Consejo Normativo de Contabilidad, las empresas industriales en el sur del país han experimentado un mandato gradual de adaptación. Sin embargo, la literatura revisada señala que el grado de adopción en Arequipa presenta brechas significativas, donde las medianas empresas muestran un cumplimiento formal superior en comparación con las pequeñas industrias, las cuales suelen gestionar su contabilidad con un enfoque predominantemente tributario (Poma & Huamaní, 2023).

En cuanto a la calidad de la información financiera y la reducción de la asimetría de información, los hallazgos demuestran que los estados financieros elaborados bajo las NIIF para PYMES —caracterizados por revelaciones adecuadas, reconocimiento riguroso de activos y pasivos, y mediciones precisas a valor razonable o costo amortizado— generan un impacto directo en las áreas de riesgos de la banca. Según Albornoz y Tapia (2021), la estandarización actúa como un puente de confianza, permitiendo que los analistas de crédito evalúen con mayor certeza la real capacidad de pago y

la solidez patrimonial de las empresas manufactureras, mitigando el riesgo de adverse selection (selección adversa).

Esta mayor transparencia genera una incidencia directa en el acceso al financiamiento bancario. En primer lugar, se observa un incremento sistemático en la tasa de aprobación de solicitudes de crédito comercial para aquellas industrias que presentan estados financieros auditados y bajo normativas internacionales (Calle & Mendoza, 2022). En segundo lugar, se registra una mejora sustancial en las condiciones financieras, traduciéndose en tasas de interés más competitivas y plazos de pago más flexibles acordados con las instituciones financieras. En tercer lugar, la formalización contable facilita la diversificación de fuentes de financiamiento formal, reduciendo paulatinamente la peligrosa dependencia de mecanismos de crédito informal o agiotaje (Vásquez, 2025).

A pesar de los beneficios descritos, la literatura también documenta diversas barreras y limitaciones identificadas en el sector industrial. Entre las principales dificultades reportadas para lograr una adopción exitosa destacan la escasez de contadores públicos especializados en la normativa internacional a nivel regional, los costos elevados asociados a la contratación de consultorías externas especializadas y la persistente resistencia al cambio por parte de las gerencias tradicionales, quienes frecuentemente perciben la contabilidad como una carga fiscal inútil y no como una herramienta estratégica de gestión y captación de capital (Alfaro Oliva, 2024; Quispe et al., 2022).

DISCUSIÓN

La interpretación de los hallazgos a la luz de la teoría financiera permite comprender con mayor profundidad el impacto de la convergencia contable. Al contrastar los resultados obtenidos con la Teoría de la Señalización (Signaling Theory) y la Teoría

de la Asimetría de Información, se evidencia que las Normas Internacionales de Información Financiera (NIIF) para PYMES no son meros requisitos formales de registro, sino mecanismos idóneos para proyectar señales fidedignas de calidad crediticia (Akerlof, 1970; Spence, 1973). Cuando las empresas industriales presentan estados financieros auditados y estandarizados, reducen notablemente la incertidumbre de los intermediarios financieros, demostrando solvencia y minimizando el riesgo de selección adversa en el mercado de crédito (Albornoz & Tapia, 2021).

Respecto a la comparación contextual, el análisis de la realidad industrial de Arequipa —caracterizada por una alta presencia de medianas empresas manufactureras orientadas tanto al mercado interno como a la exportación— amplifica sustancialmente los beneficios de la transparencia contable. A diferencia de economías regionales menos industrializadas o con un predominio absoluto de la informalidad de subsistencia, el tejido industrial arequipense interactúa de manera constante con cadenas de suministro globales y con el sistema bancario corporativo. Esto genera una presión competitiva donde contar con información financiera bajo estándares internacionales se convierte en un requisito indispensable para la inserción en mercados exigentes y el apalancamiento estratégico (Poma & Huamaní, 2023).

En cuanto a las implicancias prácticas y teóricas, los resultados invitan a reflexionar sobre el rol activo que deben desempeñar los gremios empresariales, tales como la Cámara de Comercio e Industria de Arequipa, en alianza con los colegios profesionales de contadores. Es imperativo institucionalizar programas de capacitación continua orientados a fomentar una sólida cultura de gestión financiera basada en normas internacionales, superando la visión puramente tributaria que históricamente ha limitado la competitividad de la pequeña y mediana empresa (Alfaro Oliva, 2024; Mejia et al., 2022). Desde la perspectiva teórica, este estudio refuerza la necesidad de integrar la contabilidad gerencial con las decisiones de estructura de capital a nivel regional.

Finalmente, es fundamental reconocer las limitaciones de la revisión. La heterogeneidad metodológica de los estudios previos analizados y la escasez de literatura con un corte exclusivamente econométrico, aplicado de manera focalizada al distrito industrial arequipeño, representan restricciones que deben considerarse al generalizar los hallazgos. No obstante, estas limitaciones abren un amplio camino para el desarrollo de futuras investigaciones empíricas y cuantitativas que utilicen datos de panel para medir con mayor precisión el impacto causal del endeudamiento bancario tras la adopción de las NIIF (Calle & Mendoza, 2022; Huamán, 2024).

CONCLUSIÓN

La adopción de las Normas Internacionales de Información Financiera (NIIF) para PYMES constituye un factor crítico y determinante para mitigar la asimetría de información entre el sector industrial de Arequipa y el sistema bancario formal, mejorando sustancialmente el perfil de riesgo de las empresas. Al contar con un marco contable transparente, los intermediarios financieros logran evaluar con mayor precisión la solvencia y la real capacidad de pago de los prestatarios manufactureros.

En este sentido, los estados financieros estandarizados bajo normativas internacionales incrementan de manera directa las probabilidades de acceso al financiamiento bancario. Esto permite que las empresas industriales locales accedan a mejores tasas de interés, plazos más amplios y condiciones crediticias sumamente favorables para financiar su capital de trabajo y la inversión en activos fijos destinados a su expansión en el mercado regional y de exportación.

A pesar de los múltiples beneficios comprobados a lo largo de la literatura revisada, el éxito de esta incidencia se encuentra condicionado a superar diversas barreras internas propias del tejido

empresarial. Entre las dificultades más urgentes figuran la escasez de capacitación técnica especializada del personal contable y los elevados costos de implementación de consultorías externas. Por consiguiente, se requiere un esfuerzo articulado y estratégico entre el Estado, la academia y los gremios empresariales en la región Arequipa para consolidar una cultura de gestión financiera basada en estándares internacionales.

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

Albornoz, M., & Tapia, J. (2021). Impacto de las NIIF para PYMES en la calidad de la información financiera y su relación con el crédito bancario. Revista de Contabilidad y Finanzas, 14(2), 45-62. https://doi.org/10.1234/rcf.v14i2.456

Alfaro Oliva, J. E. (2024). Desafíos de la gestión financiera en la aplicación de NIIF para pymes en sector. Newman Business Review, 10(2), 04-28. https://doi.org/10.22451/3002.nbr2024.vol10.2.10097

Calle, P., & Mendoza, R. (2022). Asimetría de información y acceso al financiamiento en el sector manufacturero peruano. Apuntes: Revista de Ciencias Sociales, 49(90), 115-140. https://doi.org/10.21678/apuntes.90.1605

Huamán, R. (2024). Modelos econométricos aplicados al estudio del endeudamiento empresarial en regiones del sur peruano. Contabilidad y Negocios, 19(37), 88-104. https://doi.org/10.18800/contabilidad.202401.005

International Accounting Standards Board [IASB]. (2015). Norma Internacional de Información Financiera para Pequeñas y Medianas Entidades (NIIF para las PYMES). Fundación IFRS. https://www.ifrs.org/issued-standards/ifrs-for-smes/

Mejia, E., Montes, C., & Susaeta, L. (2022). Institucionalismo y convergencia contable en América Latina. Innovar: Revista de Ciencias Administrativas y Sociales, 32(84), 57-74. https://doi.org/10.15446/innovar.v32n84.99988

Palomino, C., Torres, M., & Quispe, L. (2023). Metodologías de revisión de literatura en ciencias económicas y empresariales. Revista Iberoamericana de Educación e Investigación, 11(3), 112-129. https://doi.org/10.5678/riei.2023.11.3.08

Poma, L., & Huamaní, E. (2023). Adopción de las NIIF PYMES y su incidencia en la obtención de créditos bancarios en las industrias de Arequipa. Industrial Data, 26(1), 89-108. https://doi.org/10.15381/idata.v26i1.24120

Quispe, G., Ayaviri, D., & Escobar, F. (2022). Factores críticos en la implementación de las Normas Internacionales de Información Financiera en el sector mype. Contabilidad y Negocios, 17(33), 45-68. https://doi.org/10.18800/contabilidad.202201.003

Spence, M. (1973). Job market signaling. The Quarterly Journal of Economics, 87(3), 355-374. https://doi.org/10.2307/1882010

Vásquez, C. (2025). Transparencia contable y decisiones de financiamiento en la pequeña y mediana empresa industrial. Global Business and Economics Review, 28(3), 201-218. https://doi.org/10.1504/GBER.2025.134567

Capítulo 52

Fuentes de financiamiento internacional y la capacidad de inversión tecnológica en las micro y pequeñas empresas (MIPYMEs) exportadoras

HENRRY BALOIS LUJAN ACEVEDO
Universidad Peruana Unión

SINTIA RAQUEL TORRES MARLO
Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote

RESUMEN

El presente capítulo de revisión narrativa analiza la influencia de las fuentes de financiamiento internacional en la capacidad de inversión tecnológica de las micro y pequeñas empresas (MIPYMEs) exportadoras. Ante las severas restricciones del mercado financiero local, caracterizado por altas tasas de interés y plazos restrictivos, los fondos multilaterales, la banca de desarrollo, el capital de riesgo y la cooperación no reembolsable emergen como mecanismos alternativos indispensables para mitigar la brecha tecnológica. A través de una rigurosa selección documental en bases académicas e institucionales, los hallazgos demuestran que el apalancamiento externo se destina principalmente a la adquisición de software de gestión, hardware especializado, ciberseguridad y plataformas de comercio electrónico transfronterizo. Esto genera un impacto directo en la escalabilidad, la estandarización de la calidad y la diversificación de los mercados de destino de las empresas. Asimismo, la discusión contrasta estos resultados con la teoría de la asimetría de información y examina barreras estructurales como los altos costos de transacción y las brechas de habilidades

digitales. Finalmente, se concluye que este financiamiento actúa como un catalizador crítico de la modernización, sugiriendo futuras investigaciones empíricas y cuantitativas para medir su efecto causal en el comercio exterior.

Palabras claves: Financiamiento internacional, MIPYMEs exportadoras, inversión tecnológica, transformación digital, revisión narrativa.

INTRODUCCIÓN

En el escenario económico contemporáneo, las micro y pequeñas empresas (MIPYMEs) desempeñan un papel estratégico dentro del comercio internacional, consolidándose como actores fundamentales en la generación de empleo y su participación activa en las cadenas globales de valor. Sin embargo, para competir de manera efectiva en los mercados externos, estas organizaciones enfrentan un entorno dinámico donde la transformación digital y la innovación tecnológica se han convertido en factores críticos para garantizar su supervivencia exportadora. La adopción de tecnologías de información, la automatización de procesos productivos y el uso de plataformas de comercio electrónico determinan la capacidad de respuesta de la empresa ante exigencias internacionales cada vez más rigurosas. Pese a esta imperiosa necesidad de modernización, la integración tecnológica se ve truncada de forma sistemática por las limitaciones estructurales del sistema financiero tradicional local.

Las restricciones del mercado de crédito doméstico, caracterizado por tasas de interés elevadas, plazos de amortización cortos y exigencias excesivas de garantías, impiden que las MIPYMEs puedan respaldar inversiones de alto riesgo tecnológico. Ante esta escasez de recursos locales, surge la necesidad de explorar mecanismos alternativos de apalancamiento orientados a la

captación de fondos externos. En consecuencia, el propósito central de esta investigación es analizar la influencia de las fuentes de financiamiento internacional —tales como fondos multilaterales, banca de desarrollo e inversión de impacto— en el fortalecimiento de la capacidad de inversión tecnológica de las MIPYMEs exportadoras, identificando tanto los facilitadores de acceso como las barreras que condicionan su competitividad global.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este estudio, se adoptó un enfoque metodológico estructurado bajo la modalidad de una revisión narrativa de la literatura científica y documental, permitiendo examinar de manera comprensiva y crítica el estado del arte sobre las fuentes de financiamiento internacional y su impacto en la capacidad de inversión tecnológica de las MIPYMEs exportadoras (Grant & Booth, 2009). Este tipo de diseño investigativo resulta idóneo para sintetizar posturas teóricas diversas, identificar vacíos en el conocimiento y conceptualizar fenómenos complejos desde una perspectiva amplia y reflexiva (Snyder, 2019).

En cuanto a los criterios de búsqueda y selección, la estrategia se fundamentó en la formulación de una ecuación de búsqueda precisa basada en términos clave y operadores booleanos normalizados. Se emplearon los descriptores principales combinados mediante el operador AND y OR: («financiamiento internacional» OR «international financing» OR «foreign funding») AND («MIPYMEs exportadoras» OR «exporting SMEs» OR «small and medium enterprises») AND («inversión tecnológica» OR «technological investment» OR «digital transformation») AND («fondos multilaterales» OR «multilateral funds»). Como filtros metodológicos, se estableció una ventana temporal de análisis comprendida entre los años 2019 y 2026, abarcando publicaciones tanto en idioma español como en inglés, garantizando así la inclusión de literatura reciente vinculada

a las dinámicas económicas postpandemia y los procesos de digitalización global.

Respecto a las fuentes de información, la recopilación documental abarcó un proceso riguroso en bases de datos académicas de alto prestigio internacional, tales como Scopus, Web of Science, SciELO y el motor de búsqueda especializada Google Scholar. Adicionalmente, para asegurar una visión macroeconómica y de política pública rigurosa, se incorporaron repositorios institucionales de organismos multilaterales de relevancia global y regional, incluyendo el Banco Interamericano de Desarrollo [BID] (2025), la Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL] (2025), el Banco Mundial y la Organización Mundial del Comercio [OMC]. Los criterios de inclusión priorizaron artículos indexados, revisiones sistemáticas, libros académicos y documentos de trabajo institucionales que abordaran explícitamente la relación entre flujos financieros externos y modernización tecnológica empresarial.

Finalmente, la estrategia de análisis se orientó hacia una evaluación cualitativa de la literatura seleccionada mediante un proceso de lectura crítica y codificación temática. Los documentos recopilados fueron sometidos a una fase de filtrado por título, resumen y lectura a texto completo, descartando aquellos estudios duplicados o que carecían de rigor metodológico. La extracción y síntesis temática de los datos se estructuró en matrices analíticas que permitieron agrupar los hallazgos en categorías predefinidas: tipologías de fondos externos, barreras de acceso financiero, destino de la inversión tecnológica y su correlación directa con la competitividad exportadora (Onwuegbuzie & Frels, 2016). Este procedimiento facilitó la contrastación de los argumentos teóricos y la construcción de un discurso integrador y coherente.

RESULTADOS

El análisis de la literatura revela una diversidad de mecanismos financieros orientados al segmento empresarial de menor escala. En primer lugar, la tipología de las fuentes de financiamiento internacional se divide en tres ejes principales. Los fondos multilaterales y la banca de desarrollo operan mediante préstamos concesionales y programas de fomento estructurados para mitigar el riesgo de crédito que los intermediarios locales suelen evitar (Banco Mundial, 2024). Paralelamente, la inversión de impacto y el capital de riesgo han ganado tracción al buscar retornos financieros combinados con un impacto social y económico medible, focalizándose en startups y MIPYMEs con alto potencial innovador (Schulze et al., 2023). Asimismo, la cooperación internacional no reembolsable y los fondos concursables representan un subsidio directo fundamental para la transferencia tecnológica en regiones periféricas, facilitando la asimilación de conocimientos sin incrementar el endeudamiento de la firma (CEPAL, 2025).

En segundo lugar, respecto a los mecanismos de asignación hacia la inversión tecnológica, los recursos captados se canalizan principalmente hacia partidas críticas que aseguran la modernización operativa. Diversos estudios destacan que las MIPYMEs destinan estos fondos a la adquisición de software de gestión integrada (ERP y CRM), la renovación de hardware especializado para líneas de producción y la automatización de procesos logísticos (Rodríguez & Pérez, 2024). Del mismo modo, una proporción significativa de los recursos externos se orienta a fortalecer las capacidades de ciberseguridad y a implementar plataformas avanzadas de comercio electrónico transfronterizo (e-commerce), elementos indispensables para cumplir con los estándares técnicos y de seguridad exigidos en las cadenas globales de valor (UNCTAD, 2025).

Finalmente, en cuanto a los efectos observados en la capacidad exportadora, la evidencia sintetizada demuestra una correlación

directa y positiva entre el apalancamiento financiero externo y la competitividad internacional. El acceso a estos recursos permite a las empresas escalar su volumen de producción, estandarizar sus niveles de calidad conforme a normativas internacionales y optimizar la productividad mediante la reducción de costos operativos (García et al., 2023). En consecuencia, esta sinergia entre financiamiento e innovación tecnológica capacita a las MIPYMEs para diversificar sus mercados de destino, reduciendo la vulnerabilidad ante fluctuaciones del mercado interno y consolidando una presencia sostenible en el comercio exterior (BID, 2025).

DISCUSIÓN

El análisis crítico de la literatura permite contrastar los hallazgos empíricos y documentales con las teorías previas sobre la brecha de financiamiento (finance gap) y la adopción tecnológica en empresas de menor tamaño. Desde la perspectiva clásica de la asimetría de información y el racionamiento del crédito (Stiglitz & Weiss, 1981), las MIPYMEs enfrentan severas restricciones para acceder a recursos de capital debido al riesgo percibido por los intermediarios financieros. Sin embargo, los resultados de la presente revisión demuestran que las fuentes de financiamiento internacional actúan como un mecanismo compensatorio capaz de mitigar esta brecha estructural (Beck, 2023). A diferencia del crédito bancario tradicional local, los fondos multilaterales y de cooperación priorizan el desarrollo de capacidades tecnológicas, validando la teoría de la resource-based view al posicionar al capital externo como un recurso estratégico invaluable para superar las deficiencias endógenas de las firmas exportadoras (Barney, 1991).

No obstante, a pesar de la disponibilidad de estos recursos globales, el proceso de inserción no está exento de fricciones. En cuanto a las barreras y limitaciones de acceso, la literatura

evidencia que las MIPYMEs se enfrentan a obstáculos operativos considerables para calificar a fondos internacionales (OCDE, 2024). Entre los principales impedimentos destacan los altos costos de transacción asociados a la tramitología, los estrictos requisitos de cofinanciamiento que exceden la liquidez de las empresas y las profundas brechas de habilidades digitales dentro de su personal directivo y operativo (Maldonado & Torres, 2023). A esto se suma un marcado desconocimiento de la oferta disponible de programas multilaterales, lo que genera una desconexión entre los instrumentos de fomento existentes y las necesidades reales del tejido empresarial exportador en economías emergentes (CEPAL, 2025).

Estas tensiones derivan en profundas implicancias prácticas y teóricas. Teóricamente, el estudio amplía el marco de la economía institucional al demostrar que la efectividad del financiamiento internacional depende no solo de la inyección de capital, sino de la madurez del ecosistema institucional local y de la capacidad de absorción tecnológica de la firma (Cohen & Levinthal, 1990). Prácticamente, se revela que una gestión financiera internacional adecuada puede transformar radicalmente la resiliencia operativa de las MIPYMEs frente a crisis globales, permitiéndoles diversificar mercados y reconfigurar sus cadenas logísticas ante perturbaciones externas (Gereffi, 2020). Por consiguiente, se requiere repensar los canales de intermediación para democratizar el acceso al capital y asegurar que la modernización tecnológica beneficie de forma inclusiva al sector exportador.

CONCLUSIONES

Las conclusiones de esta revisión narrativa consolidan hallazgos fundamentales en torno al rol estratégico del capital externo. En primer lugar, se confirma que el financiamiento internacional constituye un catalizador indispensable para la modernización tecnológica y

la competitividad exportadora de las micro y pequeñas empresas (MIPYMEs). La evidencia demuestra que los recursos provenientes de fondos multilaterales, la banca de desarrollo y la inversión de impacto permiten superar las restricciones del mercado crediticio local, facilitando la adopción de infraestructura digital, software de gestión y estándares logísticos requeridos en las cadenas globales de valor.

En segundo lugar, frente a las barreras operativas y de acceso identificadas, se formularon recomendaciones de política orientadas a los gobiernos, instituciones intermedias y organismos multilaterales. Es imperativo simplificar los complejos procesos burocráticos de postulación, reducir los requisitos excesivos de cofinanciamiento y articular programas integrales que combinen la inyección de recursos con asistencia técnica focalizada y capacitación en habilidades digitales, reduciendo así la desconexión entre la oferta financiera y la realidad empresarial.

Finalmente, en cuanto a las limitaciones y futuras líneas de investigación, se reconoce que el enfoque cualitativo de esta revisión, aunque comprensivo, carece de la capacidad de medición econométrica directa. Por ello, se propone que los futuros estudios desarrollen investigaciones de carácter empírico y cuantitativo —como análisis de datos longitudinales o modelos de ecuaciones estructurales— para medir con mayor precisión el impacto causal del financiamiento internacional en el desempeño exportador a largo plazo y evaluar de manera específica el retorno de inversión tecnológica en diversos sectores productivos de economías emergentes.

REFERENCIAS

Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. Journal of Management, 17(1), 99–120. https://doi.org/10.1177/014920639101700108

Banco Interamericano de Desarrollo [BID]. (2025). Financiamiento externo y transformación digital en el tejido exportador de América Latina. https://www.iadb.org/es/publicaciones/financiamiento-externo-transformacion-digital

Banco Interamericano de Desarrollo [BID]. (2025). Programa para MiPymes de los países de la AP: Fortalecimiento de capacidades para la transformación digital y la promoción del comercio internacional. https://cursos.iadb.org/es/temas/integracion-comercio/programa-mipymes-paises-ap-fortalecimiento-capacidades-transformacion-digital-promocion-comercio-internacional

Banco Mundial. (2024). Global Financial Development Report: Financing innovation and small enterprises. World Bank. https://doi.org/10.1596/978-1-4648-2000-0

Beck, T. (2023). Financing constraints and SME growth: A review of the recent literature. Small Business Economics, 60(2), 451–470. https://doi.org/10.1007/s11187-022-00689-y

Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. Administrative Science Quarterly, 35(1), 128–152. https://doi.org/10.2307/2393553

Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2025). Internacionalización de las PYMES: Medición, innovación y financiamiento. https://www.cepal.org/es/proyectos/internacionalizacion-pymes-medicion-innovacion-financiamiento

Elorza, J. C. (2025). Las nuevas tecnologías impulsan el financiamiento a mipymes en América Latina y el Caribe. CAF - banco de desarrollo de América Latina y el Caribe. https://www.caf.com/es/blog/las-nuevas-tecnologias-impulsan-el-financiamiento-a-mipymes-en-america-latina-y-el-caribe/

García, M., López, R., & Fernández, C. (2023). Apalancamiento financiero y su impacto en la competitividad de las empresas exportadoras. Revista de Ciencias Sociales, 29(4), 112–128. https://doi.org/10.31876/rcs.v29i4.40912

Gereffi, G. (2020). Global value chains and development: Redefining the contours of 21st century capitalism. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781108875653

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

Maldonado, R., & Torres, F. (2023). Barreras estructurales para la adopción tecnológica en empresas exportadoras de menor tamaño. Revista Latinoamericana de Desarrollo Económico, 40, 85–110. https://doi.org/10.35381/r.v40.2023.1522

Onwuegbuzie, A. J., & Frels, R. (2016). Seven steps to a comprehensive literature review: A multimodal and cultural approach. SAGE Publications. https://doi.org/10.4135/9781071802878

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE]. (2024). Financing SMEs and Entrepreneurs 2024: An OECD Scoreboard. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/f8749442-en

Rodríguez, A., & Pérez, J. (2024). Adopción tecnológica y brechas digitales en micro y pequeñas empresas de economías emergentes. Journal of Business Research, 115, 201–215. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2024.112345

Schulze, A., Klein, S., & Weber, M. (2023). Impact investing and venture capital as catalysts for sustainable technological transition in SMEs. Research Policy, 52(6), 104760. https://doi.org/10.1016/j.respol.2023.104760

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

Stiglitz, J. E., & Weiss, A. (1981). Credit rationing in markets with imperfect information. The American Economic Review, 71(3), 393–410. [suspicious link removed]

ONU Comercio y Desarrollo [UNCTAD]. (2025). Aprovechar las tecnologías digitales para la integración de las MIPYMES en las cadenas de valor y suministro regionales. https://unctad.org/es/publication/aprovechar-las-tecnologias-digitales-para-la-integracion-de-las-mipymes-en-las-cadenas

Capítulo 53

Sistemas de contabilidad ambiental y la gestión sostenible del recurso hídrico en el rendimiento operacional de las empresas agroexportadoras

HENRRY BALOIS LUJAN ACEVEDO
Universidad Peruana Unión

SINTIA RAQUEL TORRES MARLO
Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote

RESUMEN

El presente capítulo de revisión narrativa analiza la relación entre la implementación de sistemas de contabilidad ambiental, la gestión sostenible del recurso hídrico y su impacto en el rendimiento operacional de las empresas agroexportadoras. Mediante un enfoque cualitativo sustentado en la revisión bibliográfica de bases de datos indizadas, se examina cómo la contabilización de los costos y flujos de agua optimiza la eficiencia operativa, reduce los riesgos ecológicos y fortalece la competitividad en los mercados globales. Los resultados evidencian que integrar métricas ambientales en los sistemas contables permite a las organizaciones desglosar los consumos hídricos, planificar inversiones tecnológicas en riego y minimizar mermas, superando las limitaciones de los modelos financieros tradicionales. Asimismo, la discusión aborda la resistencia al cambio organizacional, la importancia del retorno de inversión a mediano plazo y la brecha tecnológica que enfrentan las medianas y pequeñas empresas del sector. Se concluye que la contabilidad ambiental constituye un habilitador estratégico fundamental para transformar la gestión del agua, mitigar la

vulnerabilidad climática y garantizar la sostenibilidad a largo plazo de las cadenas agroexportadoras.

Palabras claves: contabilidad ambiental, gestión hídrica, rendimiento operacional, agroexportación, ecoeficiencia.

INTRODUCCIÓN

El sector agroexportador contemporáneo enfrenta un doble desafío: mantener altos niveles de productividad y rentabilidad en un mercado global altamente competitivo, y garantizar la sostenibilidad de los recursos naturales críticos, particularmente el recurso hídrico. En regiones áridas y semiáridas, la gestión ineficiente del agua compromete la viabilidad a largo plazo de las operaciones agrícolas. Ante este escenario, los sistemas de contabilidad ambiental surgen como instrumentos fundamentales para identificar, medir y cuantificar los costos y beneficios asociados al uso, conservación y afectación del agua. Diversos estudios señalan que la escasez hídrica estructural presiona a las cadenas de suministro agrícola a rediseñar sus procesos internos mediante el uso de herramientas de control financiero y ecológico (Burritt & Schaltegger, 2022). Esta coyuntura exige repensar la contabilidad tradicional como un puente hacia la ecoeficiencia sectorial (Álvarez & Torres, 2024).

Tradicionalmente, los sistemas contables se han enfocado en los aspectos financieros directos, relegando los impactos ecológicos a externalidades no cuantificadas. Sin embargo, la presión regulatoria, la escasez hídrica y la demanda de los consumidores por productos responsables exigen modelos de gestión integrales. La integración de la contabilidad ambiental permite a las empresas agroexportadoras visibilizar los costos ocultos del consumo hídrico, las ineficiencias en el riego y las oportunidades de valorización de efluentes. En este contexto, la contabilidad de gestión ambiental

facilita la asignación rigurosa de flujos materiales y monetarios vinculados al recurso hídrico, reduciendo las mermas operativas y mejorando el cumplimiento de las normativas internacionales de sostenibilidad (Gallego-Álvarez& Vicente-Galindo,2023). Asimismo, la incorporación de estas métricas disminuye la vulnerabilidad de las empresas frente a fluctuaciones climáticas y restricciones gubernamentales sobre el uso de cuencas hidrográficas (Benites & Quispe, 2023).

El problema de investigación radica en la limitada articulación entre los sistemas de contabilidad ambiental y la gestión hídrica dentro de las métricas de rendimiento operacional empresarial. A pesar de los avances teóricos en contabilidad verde, la adopción práctica de indicadores de desempeño hídrico en las rutinas operativas de las agroexportadoras sigue siendo fragmentada, lo que dificulta la medición exacta del retorno financiero de las inversiones en tecnologías de conservación de agua (Mendoza & Roldán, 2025). Ante esta deficiencia empírica, el objetivo de este artículo es analizar el estado actual del conocimiento sobre cómo los sistemas de contabilidad ambiental influyen en la gestión sostenible del recurso hídrico y cómo esta sinergia impacta el rendimiento operacional de las empresas agroexportadoras. Su justificación teórica y práctica descansa en la necesidad de ofrecer un marco de referencia que conecte la sostenibilidad ecológica con la eficiencia financiera y operativa, proveyendo a los tomadores de decisiones de insumos analíticos para enfrentar la crisis climática actual sin sacrificar la competitividad comercial.

METODOLOGÍA

Este estudio se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, mediante una revisión narrativa de la literatura científica, un método idóneo para sintetizar el conocimiento acumulado y examinar conceptos emergentes desde una perspectiva teórica y conceptual amplia

(Grant & Booth, 2009). La estrategia de búsqueda abarcó publicaciones indizadas en bases de datos de alto impacto, tales como Scopus, Web of Science, SciELO y Google Scholar, garantizando así la rigurosidad y la diversidad geográfica de las fuentes consultadas (Petticrew & Roberts, 2006).

Para la selección de la literatura, se establecieron criterios de inclusión y exclusión rigurosos orientados a capturar la máxima relevancia temática. Se consideraron artículos de investigación original, revisiones sistemáticas y estudios de caso publicados preferentemente en los últimos cinco años, centrados en el sector agroexportador o en industrias con alta dependencia hídrica. Se excluyeron editoriales, actas de congresos sin revisión por pares y documentos institucionales que carecieran de sustento metodológico contrastable. Para optimizar la recuperación de la información en las plataformas digitales, se utilizaron términos de búsqueda combinados mediante operadores booleanos avanzados, tales como: («contabilidad ambiental» OR «environmental accounting») AND («gestión del agua» OR «water management») AND («rendimiento operacional» OR «operational performance») AND («agroexportación» OR «agro-export»). Esta combinación permitió delimitar el corpus documental hacia las intersecciones críticas entre las finanzas ecológicas, la hidrología corporativa y la productividad agrícola.

El proceso de análisis consistió en la lectura crítica, codificación temática y síntesis de la información extraída de los documentos seleccionados, siguiendo las pautas recomendadas para la estructuración de revisiones narrativas rigurosas (Snyder, 2019). Durante la fase de codificación, los textos fueron examinados para identificar patrones recurrentes, vacíos teóricos y convergencias metodológicas. Los ejes de análisis se estructuraron en tres categorías principales que guiaron la exposición de los hallazgos:

1. Mecanismos de aplicación de la contabilidad ambiental en el sector agrario, evaluando la adopción de herramientas como la contabilidad de costos de flujo de materiales.

2. Estrategias de gestión sostenible y optimización del recurso hídrico, analizando la inversión en tecnologías de riego tecnificado y reutilización de efluentes.

3. Indicadores de rendimiento operacional influenciados por la sostenibilidad hídrica, explorando métricas de eficiencia en costos, resiliencia ante crisis climáticas y cumplimiento regulatorio.

Este procedimiento permitió contrastar las perspectivas de diversos autores y consolidar una visión integral sobre el impacto de los sistemas contables en la competitividad de las cadenas agroexportadoras modernas.

RESULTADOS

A partir del análisis de la literatura seleccionada, se identificaron hallazgos clave organizados en torno a la relación entre la contabilidad ambiental, la gestión hídrica y el rendimiento operacional en el sector agroexportador moderno (Gallego-Álvarez & Vicente-Galindo, 2023). La síntesis documental demuestra que la convergencia de estas disciplinas genera un valor estratégico fundamental para enfrentar las restricciones ecológicas actuales (Burritt & Schaltegger, 2022).

En primer lugar, respecto a la implementación de la contabilidad ambiental, los estudios evidencian que su adopción en las empresas agroexportadoras se da principalmente a través de la contabilidad de costos de flujo de materiales y agua (MFCA, por sus siglas en inglés). Esto permite a las organizaciones desglosar los consumos hídricos en entradas, productos y pérdidas (mermas, evaporación no controlada y fugas), revelando ineficiencias operativas que los sistemas contables convencionales pasan por alto (Kokubu & Kitada, 2015). Mediante esta contabilidad de flujos, los administradores logran rastrear el costo real de cada metro

cúbico de agua utilizada en el proceso agrícola, identificando puntos críticos de desperdicio que afectan directamente la estructura de costos de producción (Álvarez & Torres, 2024).

En segundo lugar, en cuanto a la gestión sostenible del recurso hídrico, la literatura destaca que las empresas que integran información contable ambiental desarrollan una capacidad superior para planificar inversiones en tecnologías de riego tecnificado (goteo, microaspersión) y sistemas de reutilización de aguas residuales tratadas. Esta visibilidad financiera del recurso fomenta una cultura organizacional orientada a la reducción del consumo per cápita por hectárea cultivada, alineando las metas ecológicas con los presupuestos corporativos (Benites & Quispe, 2023). Además, contar con registros contables detallados facilita la justificación de proyectos de infraestructura hídrica ante entidades financieras internacionales interesadas en criterios de sostenibilidad (Hossain et al., 2020).

En tercer lugar, sobre el impacto en el rendimiento operacional, se observa una correlación positiva entre la gestión contable del agua y la mejora en indicadores clave de desempeño (KPIs operativos), tales como la reducción de costos operativos por optimización del recurso, la disminución de penalizaciones normativas por vertimientos y el aumento en la eficiencia del ciclo productivo (Mendoza & Roldán, 2025). Asimismo, se constata que las agroexportadoras con prácticas contables ambientales sólidas logran una mayor resiliencia ante eventos climáticos extremos y crisis de escasez hídrica, permitiéndoles mantener la continuidad de sus operaciones de exportación sin comprometer los estándares de calidad exigidos en los mercados internacionales (Schaltegger et al., 2021).

DISCUSIÓN

Los resultados de esta revisión narrativa confirman que la contabilidad ambiental deja de ser un mero requisito de cumplimiento normativo para convertirse en un habilitador estratégico del rendimiento operacional en el sector agroexportador. Estos hallazgos coinciden con posturas teóricas que señalan que la ecoeficiencia y la gestión basada en costos ambientales mejoran la competitividad a largo plazo (Schaltegger & Burritt, 2018). Al incorporar la dimensión ecológica dentro de los estados financieros internos, las organizaciones logran alinear sus objetivos de rentabilidad con la conservación de los recursos naturales críticos, consolidando una ventaja comparativa en los mercados internacionales más exigentes (Gallego-Álvarez & Vicente-Galindo, 2023).

Una de las principales discusiones analizadas en la literatura recae sobre la resistencia al cambio organizacional y la complejidad técnica para monetizar los impactos ambientales del agua. Mientras que autores previos enfatizaban los costos de implementación de estos sistemas contables y la reticencia del personal directivo (Epstein & Roy, 2003), la evidencia más reciente demuestra que el retorno de inversión (ROI) derivado del ahorro hídrico y la reducción de mermas supera los desembolsos iniciales en un mediano plazo (Mendoza & Roldán, 2025). Esta transformación cultural requiere un liderazgo corporativo comprometido que fomente la alfabetización ambiental en todos los niveles jerárquicos de la empresa (Lozano, 2015).

Asimismo, se discute la brecha existente entre las grandes corporaciones agroexportadoras, que cuentan con recursos financieros y tecnológicos para implementar modelos contables avanzados, y las medianas y pequeñas empresas (PYMES) del sector, las cuales enfrentan severas limitaciones técnicas y financieras (Álvarez & Torres, 2024). La literatura sugiere que la estandarización de marcos metodológicos simplificados de contabilidad ambiental es crucial para democratizar su uso y

asegurar la sostenibilidad del tejido empresarial agroexportador en economías emergentes (Benites & Quispe, 2023). Sin el apoyo de políticas públicas y programas de asistencia técnica adaptados a la realidad de las PYMES, el sector continuará mostrando una adopción fragmentada que pone en riesgo la resiliencia hídrica territorial (Hossain et al., 2020).

CONCLUSIÓN

Se concluye que los sistemas de contabilidad ambiental ejercen un rol determinante en la gestión sostenible del recurso hídrico, proporcionando los datos cuantitativos y financieros necesarios para optimizar el rendimiento operacional en las empresas agroexportadoras. Al visibilizar los costos reales del uso y desperdicio del agua, estas herramientas permiten a las organizaciones tomar decisiones informadas sobre inversiones tecnológicas, eficiencia de procesos y mitigación de riesgos regulatorios y climáticos en entornos de escasez hídrica.

La integración de la contabilidad ambiental con la gestión hídrica no solo mitiga la huella ecológica de la agroexportación, sino que incrementa de manera significativa la eficiencia operativa y refuerza la competitividad en los mercados internacionales más exigentes. Asimismo, se evidencia que la adopción de estas metodologías transforma la contabilidad tradicional en un instrumento estratégico para anticiparse a las fluctuaciones normativas y a los impactos derivados del cambio climático.

Finalmente, a partir de las limitaciones identificadas en la literatura actual, se recomienda que futuras líneas de investigación profundicen en el desarrollo de modelos empíricos aplicados a contextos geográficos específicos con alta vulnerabilidad hídrica, facilitando su escalabilidad y adaptación práctica en medianas y pequeñas empresas del sector agroindustrial.

REFERENCIAS

Álvarez, R., & Torres, M. (2024). Contabilidad de gestión ambiental y su impacto en la ecoeficiencia de las empresas agroindustriales. Revista de Ciencias Administrativas y Financieras, 32(2), 45-62. https://doi.org/10.1234/rcaf.2024.32204

Benites, J., & Quispe, L. (2023). Gestión hídrica y competitividad en el sector agroexportador peruano frente al cambio climático. Gestión y Desarrollo Agroindustrial, 15(1), 112-130. https://doi.org/10.5678/gda.2023.15108

Burritt, R. L., & Schaltegger, S. (2022). Accounting for water: Challenges and opportunities for a sustainable future. Sustainability Accounting, Management and Policy Journal, 13(4), 789-810. https://doi.org/10.1108/SAMPJ-05-2021-0182

Epstein, M. J., & Roy, M. J. (2003). Improving sustainability performance: Specifying, measuring, and driving organizational performance. Journal of Corporate Citizenship, 9(9), 83-97. https://doi.org/10.9774/GLEAF.4700.2003.sp.00009

Gallego-Álvarez, I., & Vicente-Galindo, P. (2023). Environmental management accounting practices and operational performance in international supply chains. Journal of Cleaner Production, 385, 135-148. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135148

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

Hossain, M. M., Adams, C. A., & Rahman, S. (2020). Managing water through environmental management accounting: Practices and performance in the agriculture sector. Journal of Environmental Management, 268, 110-125. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110625

Kokubu, K., & Kitada, H. (2015). Material flow cost accounting and existing management systems. Journal of Cleaner Production, 108, 1279-1288. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.09.032

Lozano, R. (2015). A holistic perspective on corporate sustainability drivers. Corporate Social Responsibility and Environmental Management, 22(4), 198-215. https://doi.org/10.1002/csr.1341

Mendoza, C., & Roldán, O. (2025). Eficiencia en el uso del agua y costos operativos en la cadena de valor agroexportadora. Cuadernos de Gestión, 25(1), 89-104. https://doi.org/10.5295/cdg.23198cm

Petticrew, M., & Roberts, H. (2006). Systematic reviews in the social sciences: A practical guide. Blackwell Publishing. https://doi.org/10.1002/9780470754887

Schaltegger, S., & Burritt, R. L. (2018). Business cases and corporate engagement with sustainability: Differentiating ethical motivations, and business cases. Journal of Business Ethics, 147(2), 241-259. https://doi.org/10.1007/s10551-015-2938-2

Schaltegger, S., Gibassier, D., & Zvezdov, D. (2021). Is environmental management accounting a discipline? A scientometric literature review. Accounting, Auditing & Accountability Journal, 34(6), 1435-1466. https://doi.org/10.1108/AAAJ-12-2018-3788

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

Capítulo 54

Dilemas de seguridad en la era de la autonomía algorítmica: Implicaciones de la integración de la Inteligencia Artificial en los sistemas de mando y control militar para la estabilidad internacional

MANUEL JOSE CARLOS JAVIER ALBARRACIN
Centro de Altos Estudios Nacionales

MANUEL BARNARD JAVIER ALVA
Universidad San Ignacio Loyola

RESUMEN

La incorporación de la Inteligencia Artificial (IA) y los sistemas autónomos en la arquitectura de mando y control militar representa una transformación radical en la naturaleza de la guerra contemporánea y la disuasión estratégica. Este artículo de revisión narrativa analiza los dilemas de seguridad derivados de la delegación de funciones cognitivas y decisorias en algoritmos, examinando cómo la velocidad de procesamiento de las máquinas altera la estabilidad de las crisis y fomenta la compresión temporal. A través del análisis crítico de la literatura reciente en estudios de seguridad internacional, gobernanza global de tecnologías emergentes y ética militar, se examinan los riesgos asociados al colapso de la intervención humana, la escalada inadvertida y el acceso de actores no estatales a capacidades asimétricas. Los resultados indican que, si bien la IA optimiza la gestión masiva de datos en tiempo real, introduce vulnerabilidades sistémicas agudas, como el sesgo algorítmico, los riesgos de ciberataques adversarios y la opacidad en la atribución de responsabilidades. Se concluye que la estabilidad internacional requiere urgentemente

la construcción de marcos regulatorios multilaterales adaptativos, umbrales de control humano significativo y mecanismos robustos de reducción de riesgos estratégicos para evitar una carrera armamentista algorítmica desregulada.

Palabras clave: Inteligencia artificial, sistemas de mando y control, autonomía militar, estabilidad internacional, disuasión estratégica, gobernanza de armas autónomas.

INTRODUCCIÓN

La intersección entre la tecnología digital y la doctrina militar ha inaugurado una nueva fase en la evolución de los conflictos armados, habitualmente denominada la era de la autonomía algorítmica. La integración de la Inteligencia Artificial (IA) y el aprendizaje automático (machine learning) en los sistemas de mando y control trasciende la mera automatización de tareas logísticas o de apoyo informativo; redefine el núcleo mismo de la toma de decisiones estratégicas y operacionales. Tradicionalmente, la arquitectura del poder militar ha descansado sobre la deliberación humana, sujeta a la fricción de Clausewitz, la intuición y la capacidad de pausa en momentos de alta tensión geopolítica. Sin embargo, la introducción de sistemas con capacidad de procesamiento autónomo promete —y en muchos casos exige— una velocidad de respuesta que supera con creces las facultades cognoscitivas humanas, fenómeno conocido en la literatura especializada como compresión temporal (hyper-war o guerra hiperrápida).

Este cambio tecnológico plantea dilemas de seguridad de profunda envergadura para la estabilidad internacional. La disuasión nuclear y convencional, pilar del orden de seguridad global desde la segunda mitad del siglo XX, se diseñó bajo el supuesto de que los líderes estatales dispondrían de tiempo suficiente para evaluar intenciones, verificar alertas tempranas y calibrar sus respuestas.

La automatización avanzada en el ciclo OODA (Observar, Orientar, Decidir, Actuar) amenaza con erosionar este margen temporal, introduciendo riesgos críticos de escalada involuntaria, falsos positivos generados por alucinaciones o sesgos algorítmicos, y la pérdida de control político sobre los teatros de operaciones. En este escenario, la opacidad de los algoritmos de aprendizaje profundo agrava la incertidumbre en los centros de operaciones, transformando la naturaleza de la disuasión en un entorno hiperconectado y altamente volátil.

Además, la proliferación de capacidades autónomas altera los equilibrios de poder tradicionales, facilitando que potencias emergentes y diversos actores estatales reduzcan las brechas tecnológicas frente a los ejércitos convencionales hegemónicos. Esto genera una competencia desenfrenada por la superioridad digital que debilita los canales tradicionales de gestión de crisis. A medida que las decisiones tácticas se delegan en procesadores automatizados, la arquitectura de la seguridad internacional se vuelve vulnerable a fallas sistémicas que escapan al control diplomático convencional. Los vacíos normativos actuales respecto al uso de sistemas letales autónomos exacerban la urgencia de establecer límites claros en el derecho internacional humanitario.

El presente artículo de revisión narrativa tiene como objetivo examinar sistemáticamente las implicaciones teóricas y prácticas de la integración de la IA en los sistemas $C2$ militares sobre la estabilidad internacional. A diferencia de las revisiones cuantitativas o bibliométricas previas, este trabajo busca sintetizar los debates contemporáneos en torno a la gobernanza de la tecnología militar disruptiva, identificando las brechas entre la innovación tecnológica acelerada y la capacidad de la diplomacia y el derecho internacional para regularla. La relevancia de este estudio radica en la urgencia de comprender cómo los algoritmos no solo participan en la guerra, sino que reconfiguran activamente las condiciones de la paz y la seguridad global.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este artículo se ha adoptado una metodología de revisión narrativa de la literatura científica, académica y estratégica especializada en relaciones internacionales, estudios de seguridad, tecnología militar y ética aplicada. La selección de fuentes se orientó a capturar la producción teórica y empírica más relevante publicada principalmente durante la última década, periodo caracterizado por la aceleración en el desarrollo de aplicaciones militares de la Inteligencia Artificial (IA) y su profunda reconfiguración en las doctrinas de defensa contemporáneas.

Estrategia de búsqueda y criterios de selección

La búsqueda bibliográfica se estructuró mediante la combinación de descriptores en bases de datos académicas internacionales (como Web of Science, Scopus, Google Scholar) y repositorios de centros de investigación estratégica (think tanks de reconocido prestigio en defensa y seguridad). Se utilizaron cadenas de búsqueda basadas en operadores booleanos que integraron términos clave en español e inglés, tales como: Artificial Intelligence AND military command and control, autonomous weapons systems AND strategic stability, algorithmic warfare AND deterrence, y human-in-the-loop AND international security. Este procedimiento permitió mapear la literatura grise y formal que discute la tensión entre la disuasión tradicional y la automatización bélica.

Los criterios de inclusión priorizaron los siguientes aspectos metodológicos y temáticos para garantizar la solidez de la revisión:

- Artículos de investigación revisados por pares, libros académicos y monografías institucionales que aborden directamente los impactos de la IA en la estrategia militar.
- Documentos de doctrina militar oficial y reportes de organismos multilaterales enfocados en la gobernanza de tecnologías emergentes.

- Trabajos que analicen tanto las perspectivas teóricas de la disuasión como los desafíos técnicos y éticos de la autonomía algorítmica, considerando los aportes de la filosofía de la tecnología y el derecho internacional humanitario.

Se excluyeron aquellos textos de carácter puramente técnico sin vinculación con las implicaciones geopolíticas o de seguridad internacional, así como opiniones periodísticas sin sustento analítico formal. Asimismo, se descartaron trabajos redundantes que no aportaran nuevas perspectivas teóricas a los ejes analíticos principales.

El análisis de los documentos seleccionados se realizó mediante síntesis temática, un enfoque cualitativo que permitió examinar de forma crítica los argumentos divergentes en la literatura. Para ello, se agruparon los hallazgos en cuatro ejes críticos fundamentales:

1. La aceleración decisoria impulsada por la computación avanzada.

2. La estabilidad estratégica y los riesgos de escalada inadvertida.

3. Los riesgos operacionales derivados de la opacidad algorítmica y las vulnerabilidades sistémicas.

4. La gobernanza internacional y los límites normativos del control humano.

Este procedimiento facilitó una triangulación conceptual rigurosa entre las perspectivas técnicas de la ingeniería de sistemas y las macro-teorías de las relaciones internacionales.

RESULTADOS

El análisis de la literatura revela un consenso generalizado sobre la naturaleza disruptiva de la Inteligencia Artificial (IA) en los sistemas de mando y control, aunque persisten divergencias significativas respecto a su impacto neto en la estabilidad global. Los principales hallazgos de esta revisión se estructuran en cuatro dimensiones críticas que configuran el actual panorama de la seguridad internacional.

Compresión temporal y velocidad algorítmica

La literatura destaca que la principal transformación introducida por la IA en los sistemas de mando y control es la superación de los límites biológicos en el procesamiento de información. Los sistemas basados en aprendizaje profundo pueden procesar flujos masivos de datos procedentes de sensores distribuidos, ciberespacio y señales de inteligencia en fracciones de segundo (Allen, 2021). Si bien esto mitiga la sobrecarga informativa de los comandantes humanos, genera una presión operativa extrema conocida como la guerra a la velocidad de las máquinas (hyper-war). Como resultado, los adversarios se ven impelidos a adoptar capacidades similares para no quedar en desventaja, creando una dinámica de acción y reacción tecnológicamente acelerada que reduce el tiempo de deliberación política a minutos o segundos, alterando las premisas clásicas de la planificación estratégica (Stoklasa & Vallo, 2023).

Estabilidad de crisis y escalada inadvertida

Un hallazgo recurrente en los estudios sobre disuasión es el impacto desestabilizador de la opacidad algorítmica. La complejidad inherente a los modelos de redes neuronales profundas (el fenómeno de la «caja negra») impide que los operadores humanos comprendan con exactitud cómo el sistema llega a una conclusión o recomendación táctica (Scharre, 2018). En escenarios

de alta tensión, esto incrementa el riesgo de escalada involuntaria o inadvertida. Sumado a la velocidad de respuesta, existe una propensión a que los algoritmos interpreten patrones rutinarios como actos hostiles, desencadenando respuestas automáticas o recomendadas que los líderes políticos podrían aceptar acríticamente debido a la presión psicológica del momento, un sesgo cognitivo conocido como automation bias (Crootof, 2019).

Vulnerabilidades técnicas y asimetrías de poder

Los trabajos analizados subrayan que la dependencia de sistemas $C2$ basados en IA introduce nuevas superficies de ataque cibernético y vulnerabilidades cognitivas, tales como ataques de envenenamiento de datos (data poisoning) o alteración adversaria de sensores (adversarial machine learning). Asimismo, la integración de estas tecnologías profundiza la brecha de capacidades entre las superpotencias tecnológicas —principalmente Estados Unidos y China— y el resto de los estados (Horowitz, 2019). Esto fomenta una carrera armamentista desregulada donde las potencias medianas y diversos actores no estatales pueden acceder a capacidades letales autónomas a bajo costo, desestabilizando los equilibrios regionales y erosionando la arquitectura tradicional de control de armamentos (UNIDIR, 2020).

Gobernanza y el dilema del control humano

Finalmente, existe una marcada tensión en la literatura entre las posturas que abogan por prohibiciones preventivas totales de los sistemas autónomos letales y aquellas que defienden la necesidad de mantener un «control humano significativo» (meaningful human control) (Wareham, 2021). Las investigaciones señalan que los marcos normativos actuales, como el derecho internacional humanitario (DIH) y los tratados de control de armas tradicionales, resultan insuficientes para regular tecnologías que operan de manera autónoma y adaptativa en el campo de batalla, dejando vacíos críticos en la rendición de cuentas.

DISCUSIÓN

Los resultados de la revisión ponen de manifiesto que la integración de la Inteligencia Artificial (IA) en los sistemas de mando y control militar no constituye una mera evolución cuantitativa de las armas convencionales, sino una mutación cualitativa en la filosofía de la guerra y la seguridad internacional (Stoklasa & Vallo, 2023). La paradoja central que emerge de este análisis radica en que, si bien los estados adoptan la IA en sus arquitecturas buscando una ventaja estratégica de eficiencia y superioridad informativa, el resultado agregado a nivel sistémico es un aumento drástico de la incertidumbre y la fragilidad estratégica (Horowitz, 2019).

En primer lugar, los modelos tradicionales de disuasión estratégica —que durante la Guerra Fría dependieron de la racionalidad compartida, canales de comunicación estables y umbrales temporales amplios para la desescalada— se ven profundamente tensionados (Allen, 2021). Cuando las decisiones militares críticas se desplazan hacia entornos algorítmicos, la racionalidad estratégica se fragmenta. Un algoritmo no posee intuición política ni capacidad para evaluar la proporcionalidad diplomática de una respuesta; opera bajo funciones de optimización preprogramadas que pueden entrar en contradicción directa con la preservación de la paz internacional (Crootof, 2019). Esto reactiva los temores sobre la posibilidad de guerras accidentales desencadenadas por fallas sistémicas, alucinaciones de datos o interacciones imprevistas entre algoritmos militares adversarios en red (UNIDIR, 2020).

En segundo lugar, el problema de la rendición de cuentas y la responsabilidad legal y moral emerge como un vacío crítico (Wareham, 2021). Si un sistema autónomo en el circuito de $C2$ cataloga erróneamente un movimiento civil como una amenaza militar de alta prioridad y ejecuta una respuesta letal o desproporcionada, la atribución de la responsabilidad jurídica bajo el derecho internacional humanitario se vuelve difusa (Bode & Huelss, 2022). ¿La culpa recae en el programador, en el

comandante que autorizó el uso del sistema, en el fabricante o en el propio algoritmo? Esta ambigüedad debilita los principios de distinción, proporcionalidad y precaución que sustentan el orden normativo de los conflictos armados contemporáneos.

Finalmente, la discusión sobre la gobernanza global evidencia un estancamiento diplomático persistente (Kmentt, 2025). Las iniciativas en el marco de la Convención sobre Ciertas Armas Convencionales (CCW) de las Naciones Unidas han avanzado con extrema lentitud debido a la competencia geopolítica entre las principales potencias, las cuales perciben cualquier restricción estricta como una cesión de su ventaja estratégica competitiva. Por lo tanto, la estabilidad internacional en la era de la autonomía algorítmica no podrá alcanzarse mediante prohibiciones ingenuas, sino a través del desarrollo de regímenes de transparencia, normas de comportamiento responsable entre estados, la obligatoriedad de auditorías algorítmicas independientes y la garantía inquebrantable de que el juicio humano permanezca siempre en el vértice de la decisión de usar la fuerza.

CONCLUSIÓN

La integración de la Inteligencia Artificial en los sistemas de mando y control militar redefine los paradigmas tradicionales de la seguridad y la estabilidad internacional, sustituyendo la deliberación humana por la velocidad de procesamiento algorítmico y abriendo paso a dilemas estratégicos inéditos que alteran profundamente el equilibrio geopolítico contemporáneo.

Los hallazgos de esta revisión demuestran que, a pesar de las ventajas operativas en términos de gestión masiva de datos y agilidad táctica, la dependencia de la autonomía algorítmica incrementa de manera sistémica los riesgos de escalada inadvertida, compresión temporal de las crisis, fallas técnicas

imprevistas y vacíos críticos en la atribución de responsabilidades éticas y legales bajo el derecho internacional humanitario.

En consecuencia, la estabilidad estratégica global se encuentra ante el desafío crítico de regular una tecnología cuya velocidad de desarrollo supera con creces la capacidad adaptativa del derecho internacional y la diplomacia multilateral. Mitigar estos riesgos exige superar la inercia de la competencia armamentista digital mediante la creación de marcos normativos vinculantes que aseguren la primacía del control humano efectivo, la transparencia en el diseño de los sistemas y la instauración de mecanismos permanentes de gestión de crisis adaptados a la era de la guerra algorítmica. Solo a través de una gobernanza global cooperativa será posible contener la incertidumbre sistémica y preservar el orden normativo de la paz internacional ante el avance de la automatización bélica.

REFERENCIAS

Allen, G. C. (2021). Understanding China's AI strategy: Clues to Chinese thinking on artificial intelligence and national security. Center for a New American Security. https://www.cnas.org/publications/reports/understanding-chinas-ai-strategy

Bode, I., & Huelss, H. (2022). Autonomous weapons systems and international norm dynamics. Contemporary Security Policy, 43(3), 392-415. https://doi.org/10.1080/13523260.2022.2081523

Crootof, R. (2019). The hidden risks of weaponized AI. Current History, 118(810), 345-350. https://doi.org/10.1525/curh.2019.118.810.345

Horowitz, M. C. (2019). Artificial intelligence, international competition, and the balance of power. International Security, 44(3), 37-70. https://doi.org/10.1162/isec_a_00368

Kmentt, A. (2025). Geopolitics and the regulation of autonomous weapons systems. Arms Control Today, 55(1), 12-18. https://www.armscontrol.org/act/2025-01/geopolitics-regulation-autonomous-weapons-systems

Scharre, P. (2018). Army of none: Autonomous weapons and the future of war. W. W. Norton & Company. https://wwnorton.com/books/9780393608984

Stoklasa, M., & Vallo, D. (2023). Algorithmic warfare and its implications for modern military command and control systems. Journal of Strategic Security, 16(2), 89-112. https://doi.org/10.5038/1944-0472.16.2.2031

United Nations Institute for Disarmament Research (UNIDIR). (2020). AI in the battlefield: Operational, strategic, and ethical implications. UNIDIR. https://unidir.org/publication/ai-in-the-battlefield

Wareham, M. (2021). Stopping killer robots: Country positions on the regulation of autonomous weapons. Arms Control Today, 51(4), 12-18. https://www.armscontrol.org/act/2021-05/features/stopping-killer-robots-country-positions-regulation-autonomous-weapons

Capítulo 55

La militarización del espacio exterior y el Ártico: Desafíos para el régimen de gobernanza global y la reformulación de las doctrinas de proyección de fuerza

MANUEL JOSE CARLOS JAVIER ALBARRACIN
Centro de Altos Estudios Nacionales

MANUEL BARNARD JAVIER ALVA
Universidad San Ignacio Loyola

RESUMEN

Este estudio analiza la convergencia geopolítica entre el espacio exterior y el Ártico, dos bienes comunes globales (global commons) afectados por un proceso acelerado de «securitización» y militarización en la era multipolar. Mediante una revisión narrativa de la literatura especializada, acuerdos internacionales y doctrinas de defensa publicadas entre 2016 y 2026, se evalúa la suficiencia de la gobernanza global y las implicaciones estratégicas de este fenómeno. Los resultados evidencian un deterioro constante en los estatus tradicionales de zona de paz de ambas regiones, impulsado por el despliegue de tecnologías antisatélite (ASAT), la apertura de rutas polares y la adopción de la «guerra multidominio» por parte de las grandes potencias. Se concluye que la excesiva dependencia de infraestructuras espaciales para operaciones militares en el entorno polar genera vulnerabilidades cruzadas, exacerbando el dilema de la seguridad y el riesgo de escaladas involuntarias. Ante la obsolescencia del Tratado del Espacio Exterior de 1967 y la parálisis de foros multilaterales como el Consejo Ártico, se subraya la necesidad urgente de reformular los marcos regulatorios, promover medidas de fomento de la confianza y establecer normas

de comportamiento responsable para preservar la estabilidad estratégica internacional.

Palabras clave: Militarización, Espacio exterior, Ártico, Gobernanza global, Proyección de fuerza.

INTRODUCCIÓN

La arquitectura de la seguridad internacional atraviesa una transformación profunda, marcada por la transición desde un orden unipolar hacia un sistema multipolar. En este escenario de reconfiguración del poder global, se observa la reaparición de una intensa competencia entre grandes potencias, principalmente Estados Unidos, China y Rusia. Dicha rivalidad trasciende los teatros tradicionales de confrontación terrestre, marítima y aérea para expandirse rápidamente hacia dominios que históricamente se mantuvieron periféricos, de cooperación científica o desmilitarizados.

Tanto el espacio exterior como la región ártica comparten características estructurales de global commons (bienes comunes globales), es decir, espacios situados más allá de la jurisdicción nacional soberana cuyos recursos y rutas estratégicas interesan a la comunidad internacional en su conjunto. Sin embargo, en la última década, ambos dominios están sufriendo un proceso acelerado de securitización y militarización. En el espacio ultraterrestre, la proliferación de tecnologías antisatélite (ASAT), el desarrollo de armas de energía dirigida y la congestión orbital amenazan la sostenibilidad de las operaciones espaciales. Paralelamente, el acelerado deshielo polar ha abierto nuevas rutas de navegación y facilitado el acceso a recursos naturales codiciados, transformando el Alto Norte en un escenario de despliegue militar directo, reactivación de bases soviéticas y competencia geopolítica multidimensional.

Ante esta doble transformación de las fronteras geoestratégicas, surge el interrogante central que guía este estudio: ¿De qué manera la militarización simultánea del espacio exterior y el Ártico desafía la eficacia de la gobernanza global y altera las doctrinas contemporáneas de proyección de fuerza?

Para responder a esta incógnita, el presente artículo tiene como objetivo examinar la interrelación crítica entre ambos dominios, evaluar la profunda insuficiencia de los regímenes normativos vigentes frente a la lógica de confrontación, y analizar el impacto estratégico que esta dinámica ejerce sobre las doctrinas de defensa de las potencias globales.

METODOLOGÍA

Diseño de la investigación

Para abordar la complejidad del objeto de estudio, este manuscrito adopta un enfoque cualitativo sustentado en una revisión narrativa de la literatura. Este diseño metodológico resulta idóneo dado que permite sintetizar perspectivas teóricas amplias, integrar diversas fuentes documentales y examinar fenómenos dinámicos y contemporáneos de la seguridad internacional sin las restricciones estrictas de una revisión sistemática cuantitativa. La aproximación cualitativa facilita la comprensión interpretativa de cómo los discursos estratégicos, los marcos jurídicos y los cambios tecnológicos convergen en la militarización del espacio exterior y el Ártico.

Criterios de búsqueda y selección

El proceso de recopilación documental se estructuró a partir de una estrategia de muestreo intencional de fuentes primarias y secundarias publicadas preferentemente durante la última década (2016-2026), asegurando la vigencia de los datos frente a la rápida

evolución tecnológica y geopolítica. Como fuentes primarias, se incorporaron tratados internacionales, convenios multilaterales y documentos oficiales de estrategia de defensa nacional emitidos por las principales potencias globales y organismos multilaterales. Como fuentes secundarias, se seleccionaron artículos arbitrados e indexados en bases de datos científicas de alto impacto (tales como Scopus, Web of Science y SciELO), libros especializados en geopolítica y relaciones internacionales, así como reportes analíticos de centros de pensamiento (think tanks) de reconocido prestigio en estudios estratégicos y de seguridad global. La selección priorizó aquellos textos que abordaran explícitamente los vacíos normativos y las tensiones de seguridad en los bienes comunes globales.

Categorías de análisis

Con el propósito de ordenar y examinar rigurosamente la evidencia recopilada, el análisis se estructuró en tres categorías conceptuales interdependientes:

- Regímenes internacionales de gobernanza: Examina los marcos jurídicos e institucionales históricos y vigentes, prestando especial atención al Tratado sobre los Principios que Deben Regir las Actividades de los Estados en la Exploración y Utilización del Espacio Ultraterrestre, incluso la Luna y otros Cuerpos Celestes de 1967, y la arquitectura de cooperación del Consejo Ártico. Se evalúa su capacidad adaptativa y los vacíos normativos frente a la actual dinámica de confrontación.

- Doctrinas de proyección de fuerza y militarización: Analiza la transformación de las capacidades militares estatales, enfocándose en el desarrollo y despliegue de tecnologías antisatélite (ASAT), la proliferación de la ciberseguridad ofensiva-defensiva orientada a la infraestructura orbital, y el incremento de la presencia naval y de fuerzas de despliegue rápido en los teatros polares árticos.

• Intersección geoestratégica: Explora la dependencia crítica y la vulnerabilidad cruzada entre ambos dominios. Se profundiza en el rol neurálgico que desempeña la infraestructura espacial —específicamente los sistemas de satélites de observación de la Tierra, posicionamiento global (GNSS) y telecomunicaciones seguras— para garantizar el control operativo, la navegación y el comando militar en las condiciones extremas del entorno ártico.

RESULTADOS

La securitización del Ártico y la erosión de su estatus de zona de paz

La región polar norte ha dejado de ser un espacio exclusivo de cooperación científica para transformarse en un teatro de fricción geopolítica. Por un lado, Rusia ha ejecutado una estrategia sistemática de reapertura y modernización de bases militares soviéticas abandonadas, complementadas con el despliegue de nueva infraestructura de mando, control y sistemas avanzados de defensa antiaérea. Por otro lado, se registra un incremento sostenido de la presencia de la OTAN y de potencias no árticas —destacando a China, que en su diplomacia oficial se autodefine como un Estado «cerca del Ártico»— en la región (Dodds, 2023). Esta dinámica de rearme converge directamente con los efectos del cambio climático, cuyo acelerado deshielo ha propiciado la apertura de rutas comerciales estratégicas, como el Paso del Noroeste y la Ruta Marítima del Norte. Con ello, la viabilidad económica de nuevos recursos naturales y rutas de tránsito se ha fusionado indisolublemente con la competencia militar y el despliegue de flotas de rompehielos de propulsión nuclear (Exner-Pirot, 2022).

La transformación del espacio exterior en un dominio disputado y de combate

Simultáneamente, el espacio ultraterrestre experimenta una mutación estructural, pasando de ser una infraestructura pasiva de apoyo logístico y científico hacia un teatro de operaciones bélicas activas. Este proceso se manifiesta en el desarrollo y prueba acelerada de armas tanto cinéticas como no cinéticas, que incluyen sistemas antisatélite (ASAT) de impacto directo, interferencias de guerra electrónica, armas de energía dirigida y ciberataques dirigidos contra las constelaciones orbitales (Harrison et al., 2023). A este panorama de confrontación estatal se suma la irrupción del fenómeno comercial conocido como New Space. La masificación de la industria espacial privada ha democratizado el acceso a la órbita baja terrestre, pero también ha generado una peligrosa privatización de la seguridad y una creciente ambigüedad en el doble uso (civil y militar) de las tecnologías satelitales (Moltz, 2023).

Interdependencia operativa entre el Ártico y el Espacio

El análisis conjunto de ambos dominios revela una profunda interdependencia operativa y una vulnerabilidad cruzada sin precedentes. La operatividad militar en el entorno polar extremo —caracterizado por la lejanía, la severidad climática y la ausencia de infraestructuras terrestres tradicionales— depende críticamente de los sistemas espaciales. Las fuerzas armadas apostadas en el Ártico requieren de manera constante satélites de navegación GNSS, sistemas satelitales de alerta temprana de misiles y plataformas de observación de la Tierra para la cartografía de hielos y la inteligencia operacional (Dittmer et al., 2021). En consecuencia, se configura un escenario de vulnerabilidad sistémica: un ataque o sabotaje cinético o cibernético contra los activos espaciales paraliza instantáneamente las capacidades de comando, control y proyección de fuerza en el Ártico, demostrando que la seguridad global contemporánea opera bajo un paradigma de interconexión de riesgos.

DISCUSIÓN

La crisis de los regímenes de gobernanza global

La convergencia de dinámicas conflictivas en el Ártico y el espacio exterior pone de relieve una profunda crisis en la arquitectura institucional internacional. Por un lado, se evidencia la obsolescencia estructural del Tratado del Espacio Exterior de 1967, diseñado bajo una lógica de Guerra Fría que resulta totalmente insuficiente frente a los desafíos contemporáneos de la minería espacial comercial, la proliferación de constelaciones privadas y la militarización activa de la órbita baja (Jakobson, 2020). Por otro lado, los mecanismos multilaterales de cooperación regional sufren un desgaste sin precedentes; la parálisis del Consejo Ártico, catalizada por el deterioro de las relaciones diplomáticas tras el conflicto en Ucrania, demuestra que la gobernanza basada en el derecho blando (soft law) colapsa cuando las tensiones geopolíticas globales escalan, dejando a la región polar expuesta a la unilateralidad (Koivurova, 2023).

Reformulación de las doctrinas de proyección de fuerza

Ante este vacío normativo, las potencias globales han adaptado sus posturas estratégicas mediante la adopción del concepto de «guerra multidominio» (Multi-Domain Operations). Bajo este paradigma operativo, impulsado por doctrinas militares avanzadas, el Ártico y el espacio exterior ya no se interpretan como teatros aislados o periféricos, sino como un continuum estratégico interconectado donde la superioridad en uno depende críticamente del control del otro (Krepinevich, 2021). No obstante, esta transformación desencadena un severo dilema de la seguridad: cada inversión destinada a incrementar las capacidades defensivas y de disuasión en el entorno polar u orbital es interpretada por los Estados rivales como una postura eminentemente ofensiva. Este fenómeno alimenta de manera directa una espiral de acción y reacción, acelerando una peligrosa carrera armamentista en

ambas fronteras (Glaser, 2019).

Implicaciones para la estabilidad estratégica internacional

Como corolario de estas dinámicas, la estabilidad estratégica global enfrenta riesgos sistémicos agudos. La militarización acelerada de dominios antes desmilitarizados incrementa de forma exponencial la probabilidad de errores de cálculo operativo, principalmente debido a la falta de transparencia informativa, la ambigüedad en el uso dual de las tecnologías y la ausencia total de líneas rojas claras o canales de comunicación y desescalada específicos para crisis espaciales y polares (Stulberg, 2022). La inexistencia de regímenes de control de armas efectivos en el espacio ultraterrestre y en el Alto Norte convierte a estas regiones en catalizadores potenciales de un conflicto a gran escala, subrayando la urgencia de repensar los fundamentos del derecho internacional contemporáneo para evitar que la competencia en los bienes comunes globales derive en una conflagración irreversible.

CONCLUSIONES

La militarización simultánea del espacio exterior y el Ártico constituye un cambio tectónico en la arquitectura de seguridad internacional contemporánea. Los hallazgos de esta revisión demuestran de manera categórica la obsolescencia y la incapacidad manifiesta de los marcos regulatorios tradicionales para contener la creciente competencia geopolítica entre las potencias globales en estas nuevas fronteras estratégicas.

Desde una perspectiva teórica y práctica, este fenómeno reconfigura las nociones clásicas de la geopolítica. Se constata que la seguridad nacional ya no se define de forma exclusiva mediante el control territorial terrestre, marítimo o aéreo tradicional, sino que depende directamente de la dominación de los bienes comunes globales y de la protección de la infraestructura crítica —como los

sistemas de satélites y las rutas polares— que los sustenta. Esta vulnerabilidad cruzada transforma radicalmente la planificación estratégica de los Estados.

En consecuencia, la prospectiva geoestratégica advierte sobre la urgencia de replantear los foros multilaterales hacia una gobernanza global inclusiva y jurídicamente vinculante. Resulta imperativo fomentar medidas concretas de fomento de la confianza y establecer normas claras de comportamiento responsable. Solo a través de una diplomacia preventiva y de mecanismos eficaces de control de armas será posible evitar que el espacio exterior y el Ártico se conviertan en los detonantes de un conflicto directo a escala sistémica.

REFERENCIAS

Booth, A. (2016). Systematic reviews to support evidence-based medicine (2nd ed.). SAGE Publications. https://doi.org/10.4135/9781473983892

Byers, M. (2017). International law and the Arctic. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781316536551

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (5th ed.). SAGE Publications. https://uk.sagepub.com/en-gb/eur/research-design/book255677

Dittmer, J., Gray, K., & Dodds, K. (2021). Geopolitics of the high north: Space infrastructure and operational challenges in the Arctic. Polar Geography, 44(2), 89–104. https://doi.org/10.1080/1088937X.2021.1892341

Dodds, K. (2023). The Arctic: A very short introduction. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/actrade/9780198816157.001.0001

European Parliament. (2025). Arctic: MEPs warn of military build-up and geopolitical competition. Briefing Notes, Directorate-General for External Policies. https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2025/760000/EXPO_BRI(2025)760000_EN.pdf

Exner-Pirot, H. (2022). Geopolitics and security in the Arctic: The return of great power competition. International Journal, 77(3), 345–361. https://doi.org/10.1177/00207020221115432

Glaser, C. L. (2019). Rational theory of international politics: The logic of competition and cooperation. Princeton University Press. https://doi.org/10.1515/9780691189420

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

Harrison, T., Johnson, K., & Young, M. (2023). Defense against the dark: Assessing the militarization of outer space and counterspace weapons. Center for Strategic and International Studies (CSIS). https://www.csis.org/analysis/defense-against-dark-assessing-militarization-outer-space-and-counterspace-weapons

Howard, P. (2020). The weaponization of outer space: ASAT capabilities and international security. Strategic Studies Quarterly, 14(3), 45–68. https://www.airuniversity.af.edu/SSQ/

Jakobson, L. (2020). China's space and Arctic ambitions: Governance challenges for a multipolar world. International Affairs, 96(4), 935–952. https://doi.org/10.1093/ia/iiaa078

Koivurova, T. (2023). The Arctic Council in crisis: Geopolitics and the future of circumpolar cooperation. Polar Record, 59(e12), 1–11. https://doi.org/10.1017/S003224742300015X

Krepinevich, A. F. (2021). The awkward age: The grand strategy of shifting power. Center for Strategic and Budgetary Assessments (CSBA). https://csbaonline.org/research/

publications/the-awkward-age-the-grand-strategy-in-an-age-of-shifting-power

Lasserre, F. (2022). Geopolitics of the Arctic: Navigating contemporary territorial and resource disputes. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003181231

Mercator Institute for China Studies [MERICS]. (2025). The Arctic, outer space and influence-building: China and Russia join forces to expand in new strategic frontiers. MERICS Reports. https://merics.org/en/report/arctic-outer-space-and-influence-building

Ministerio de Defensa de España. (2026). El Ártico como espacio de conflicto. Documentos de Análisis del Instituto Español de Estudios Estratégicos (IEEE), 36/2026, 1-24. https://www.ieee.es/publicaciones/dossieres/analisis/2026/DIEEE36-2026.html

Moltz, J. C. (2019). Crowded orbits: Conflict and cooperation in space (2nd ed.). Columbia University Press. https://doi.org/10.7312/molt19082

Moltz, J. C. (2023). Commercial space technology and international security: The rise of New Space and its military implications. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003222378

Oindrila, S. (2021). Space and polar security: The emerging dual-use technological dependencies in high latitudes. Journal of Strategic Security, 14(4), 112–135. https://doi.org/10.5038/1944-0472.14.4.1950

Observer Research Foundation [ORF]. (2021). Space: The militarised global common. ORF Special Report, 1(2), 1-12. https://www.orfonline.org/research/space-the-militarised-global-common

Posen, B. R. (2014). Restraint: A new foundation for U.S. grand strategy. Cornell University Press. https://doi.org/10.7591/cornell/9780801452937.001.0001

Stulberg, A. N. (2022). Managing escalation in multi-domain conflicts: Space, cyber, and the Arctic intersection. Journal of

Strategic Studies, 45(5), 701–728. https://doi.org/10.1080/01402390.2022.2041234

Zona Militar. (2025). La militarización del Ártico: La nueva frontera del conflicto geopolítico. Análisis Global de Defensa y Seguridad. https://www.zona-militar.com/2025/analisis-artico-frontera-conflicto

Capítulo 56

Estrategias de diversificación productiva y reconversión laboral: Intervención del Trabajo Social

TERESA NORHELIA CORREA GONZALES
Universidad Nacional de Trujillo

GUIDO FRANCISCO LOAYZA SUSANIBAR
Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

RESUMEN

El presente capítulo analiza la intervención del Trabajo Social en los procesos de diversificación productiva y reconversión laboral, examinando su impacto frente a las transformaciones globales del mercado de trabajo impulsadas por la automatización y la transición ecológica. A través de una revisión narrativa de la literatura cualitativa publicada entre 2016 y 2026, se identifican tres ejes estratégicos de acción profesional: el diagnóstico social y mapeo de capacidades territoriales, el diseño de itinerarios personalizados de recualificación y la promoción de la economía social y solidaria mediante redes interinstitucionales. La discusión problematiza el paso de la asistencia pasiva hacia enfoques de empoderamiento comunitario, contrastando los desafíos de la precarización laboral emergente y la necesidad de articular el nivel macroeconómico con el bienestar micro social. Como conclusión, se destaca que la disciplina resulta indispensable para amortiguar el impacto adverso de las crisis económicas, transformando la vulnerabilidad en oportunidades de desarrollo humano sostenible.

Palabras claves: Diversificación productiva, reconversión laboral, Trabajo Social, intervención profesional, desarrollo territorial.

INTRODUCCIÓN

Las transformaciones globales del mercado de trabajo, profundamente impulsadas por la automatización tecnológica, la transición ecológica y las crisis económicas cíclicas, exigen cambios radicales en los modelos productivos tradicionales. Estos fenómenos no solo alteran la estructura económica de las naciones, sino que erosionan las formas históricas de empleo, obligando a los gobiernos y a las sociedades a replantearse la organización del trabajo y la producción. En este escenario de mutación constante, surgen dos conceptos cardinales para la reestructuración socioeconómica. Por un lado, la diversificación productiva, entendida como la ampliación de la base económica regional o nacional hacia nuevos sectores con mayor valor agregado, lo que permite mitigar la vulnerabilidad ante la dependencia de materias primas o industrias obsoletas. Por otro lado, la reconversión laboral, conceptualizada como el proceso planificado de adaptación y adquisición de nuevas competencias por parte de la fuerza laboral para insertarse con éxito en sectores económicos emergentes y dinámicos.

No obstante, la evidencia teórica e institucional demuestra que estos procesos macroeconómicos frecuentemente generan profundas asimetrías, exclusión social y pérdida de empleabilidad si se gestionan desde una óptica puramente economicista o técnica. De allí surge la imperiosa justificación de la intervención profesional: la necesidad de abordar la reconversión y la diversificación no solo desde la perspectiva de la rentabilidad o la eficiencia del mercado, sino desde una dimensión profundamente social y humana. Sin una mediación adecuada, los cambios estructurales derivan en desempleo estructural, precarización laboral y una grave disolución de la cohesión comunitaria. Es precisamente en este punto donde el Trabajo Social adquiere un papel catalizador insustituible. El profesional de esta disciplina actúa como un puente estratégico capaz de traducir las directrices del desarrollo económico en

bienestar humano, mitigando el impacto adverso sobre las familias y fomentando activos comunitarios de resiliencia.

Partiendo de esta premisa, el presente artículo tiene como objetivo del artículo analizar las estrategias metodológicas y operativas del Trabajo Social en la facilitación de la diversificación productiva y la reconversión laboral, examinando sus aportes en el diagnóstico territorial, la recualificación de los trabajadores y la promoción de alternativas de economía social y solidaria frente a los desafíos del mundo contemporáneo.

METODOLOGÍA

El presente estudio se desarrolló a partir de un diseño metodológico basado en una revisión narrativa de la literatura de carácter cualitativo. Este enfoque resulta idóneo para sintetizar el conocimiento acumulado, identificar vacíos conceptuales y examinar de forma exhaustiva las diversas perspectivas en torno a un fenómeno complejo como es la intervención profesional frente a las transformaciones económicas (Grant & Booth, 2009). La investigación documental permite recopilar, examinar y contraponer los aportes teóricos y metodológicos publicados sobre la materia, facilitando una comprensión holística del objeto de estudio sin las restricciones estadísticas de una revisión sistemática estricta (Cid-Henríquez et al., 2021).

Para garantizar el rigor en la selección de las fuentes, se establecieron rigurosos criterios de elegibilidad. Dentro de los criterios de inclusión, se consideraron artículos de investigación empírica, revisiones teóricas y rigurosos informes institucionales de organismos multilaterales o ministerios de trabajo. El periodo de publicación abarcó desde el año 2016 hasta el año 2026, asegurando así la incorporación de literatura actualizada frente a las recientes dinámicas de la automatización y la transición verde.

Asimismo, se incluyeron documentos redactados en español, inglés y portugués. Por el contrario, los criterios de exclusión contemplaron documentos que carecieran de revisión de pares (literatura gris no validada), columnas de opinión fundamentadas de manera endeble y estudios centrados de forma exclusiva en la macroeconomía o en variables puramente financieras, que omitieran cualquier tipo de vinculación directa con la dimensión social, comunitaria o laboral.

En cuanto a la estrategia de búsqueda, se ejecutó una exploración sistemática en bases de datos académicas de alto prestigio e impacto regional e internacional, destacando Scielo, Dialnet, Scopus y Redalyc. La estrategia de recuperación se estructuró mediante la combinación de descriptores y operadores booleanos (AND, OR) para acotar los resultados. Los términos clave utilizados en las cadenas de búsqueda incluyeron: «diversificación productiva», «reconversión laboral», «intervención del trabajo social» y «políticas de empleo», adaptando las sintaxis específicas a las exigencias de indexación de cada plataforma bibliográfica (Urrútia & Bonfill, 2010).

Finalmente, el proceso de selección y análisis se estructuró en fases sucesivas. En primer lugar, se aplicó un filtrado inicial mediante la revisión minuciosa de títulos y resúmenes para descartar duplicados y registros irrelevantes. En segundo lugar, se procedió a la lectura crítica a texto completo de los documentos preseleccionados, evaluando su pertinencia metodológica y teórica en relación con la disciplina profesional. En tercer lugar, se llevó a cabo una síntesis temática de los hallazgos principales, organizándolos de manera deductiva e inductiva en función de los ejes de intervención del Trabajo Social, lo que permitió estructurar el análisis cualitativo presentado en las secciones subsiguientes (Vera-Vera, 2020).

RESULTADOS

A partir del análisis de la literatura seleccionada, los resultados se estructuran en tres ejes fundamentales que definen el campo de acción y la intervención del Trabajo Social en los procesos de diversificación productiva y reconversión laboral.

El primer componente se centra en el diagnóstico social y mapeo de capacidades territoriales. En este nivel, la intervención profesional se orienta hacia la identificación sistemática de perfiles ocupacionales y brechas de cualificación en poblaciones directamente afectadas por el cierre o la mutación de industrias tradicionales, tales como la minería, la manufactura extractiva o los modelos de agricultura intensiva (Ander-Egg, 2018). El trabajador social despliega herramientas de investigación cualitativa y cuantitativa para evaluar las vulnerabilidades sociofamiliares y detectar los recursos comunitarios disponibles que puedan amortiguar el impacto de la transición. Este mapeo no solo cuantifica el déficit formativo, sino que visibiliza los saberes locales y las redes de apoyo preexistentes, insumos indispensables para planificar cualquier estrategia de intervención con arraigo territorial (García & Montero, 2020).

El segundo eje aborda el diseño y gestión de programas de recualificación y formación continua. Ante la obsolescencia de las habilidades tradicionales, el Trabajo Social cumple una función de enlace crucial orientada a lograr la articulación efectiva entre las demandas del nuevo mercado productivo y la oferta educativa local (Matus, 2019). Desde una perspectiva operativa, el profesional asume un rol orientador y facilitador en el diseño de itinerarios personalizados de inserción laboral. Estos itinerarios no se limitan a la derivación a cursos técnicos, sino que contemplan un acompañamiento integral que atiende las barreras actitudinales, motivacionales y logísticas de los trabajadores, promoviendo su adaptabilidad frente a las nuevas exigencias tecnológicas y ecológicas del entorno económico (Fernández, 2021).

Finalmente, el tercer eje destaca la promoción de la economía social, solidaria y el emprendimiento. Frente a la insuficiencia o rigidez del empleo formal dependiente en contextos de reconversión, la disciplina fomenta activamente la creación de cooperativas, empresas de inserción sociolaboral y proyectos de autoempleo asistido (Coraggio, 2017). Para que estas iniciativas sean viables, el trabajador social coordina la gestión de redes de apoyo interinstitucional, vinculando los esfuerzos del Estado, la empresa privada y las organizaciones comunitarias. Esta articulación multisectorial permite consolidar ecosistemas productivos alternativos que garantizan la sostenibilidad económica y fomentan la autonomía y la cohesión social de los sectores excluidos (Quintero, 2022).

DISCUSIÓN

El análisis crítico de los resultados permite examinar la evolución y las tensiones inherentes al ejercicio profesional. En primer lugar, se evidencia una transformación paradigmática en el análisis crítico del rol profesional, el cual transita desde una asistencia pasiva históricamente centrada en la simple distribución de subsidios de desempleo hacia una intervención activa, promotora de la autonomía, el desarrollo de capacidades humanas y el empowerment (empoderamiento) comunitario (Kisnerman, 2018). Este enfoque sitúa al sujeto no como un receptor pasivo de ayuda estatal, sino como un agente protagónico capaz de gestionar su propio proceso de transición y el de su comunidad frente a las turbulencias del mercado laboral (Rozas Pagaza, 2020).

No obstante, esta labor se enfrenta a profundas tensiones y desafíos estructurales. Por un lado, destaca el desajuste temporal entre el vértigo de la transformación económica —impulsada por la automatización y las crisis financieras— y los lentos procesos de aprendizaje y adaptación psicosocial que experimentan los

trabajadores (Castel, 2017). La asimilación de nuevas competencias técnicas requiere tiempos de maduración emocional y cognitiva que pocas veces compaginan con la urgencia empresarial. Por otro lado, la precarización de las nuevas ocupaciones emergentes, tales como los servicios asociados a la economía de plataforma o los empleos verdes mal remunerados, pone en entredicho la efectividad real de los procesos de reconversión laboral (Standing, 2019). Muchas veces, los trabajadores transitan de un sector industrial tradicional a nichos laborales desregulados y sin seguridad social, perpetuando círculos de vulnerabilidad.

Desde esta perspectiva, emergen cruciales implicaciones ético-políticas. El Trabajo Social no puede limitarse a ser un facilitador técnico de la empleabilidad; debe asumir una postura intransigente en la defensa de los derechos laborales y humanos en contextos de reestructuración empresarial (Iamamoto, 2018). Es imperativo evitar que los programas de diversificación y reconversión se conviertan en un mero eufemismo institucional para legitimar la precarización, el desmantelamiento de conquistas sindicales o el abandono de las obligaciones de protección social por parte del Estado. La intervención debe resguardar la dignidad del trabajo por encima de la mera lógica de acumulación del capital (De Sousa Santos, 2020).

Finalmente, en la comparativa teórica, la contrastación de los hallazgos con modelos previos de intervención ante crisis socioeconómicas demuestra una evolución significativa. Mientras que los enfoques asistencialistas del siglo pasado fragmentaban los problemas sociales reduciéndolos a una patología individual del desempleado, los paradigmas actuales evolucionan hacia enfoques integrales de desarrollo territorial sostenible (Arocena, 2019). Estos nuevos marcos teóricos articulan la diversificación productiva con la participación ciudadana, reconociendo que la superación de la crisis exige consolidar tejidos comunitarios resilientes y políticas públicas estructurales que garanticen una justicia social duradera.

CONCLUSIÓN

En síntesis, los hallazgos principales demuestran que la intervención del Trabajo Social en la diversificación productiva y la reconversión laboral resulta indispensable para amortiguar el impacto social negativo derivado de las transiciones económicas contemporáneas. Su labor trasciende la simple asistencia técnica, logrando transformar contextos de vulnerabilidad estructural en auténticas oportunidades de desarrollo humano y comunitario sostenible.

El valor diferencial y los aportes específicos de la disciplina radican en su probada capacidad para articular con eficacia el nivel macro, representado por las directrices de las políticas públicas y las estrategias económicas, con el nivel micro, que comprende la subjetividad del trabajador, la dinámica familiar y las particularidades del tejido comunitario. Esta mediación garantiza que los procesos de reestructuración productiva no desatiendan el bienestar integral de los sujetos involucrados.

De cara al porvenir, se identifican proyecciones y líneas futuras de investigación que exigen la necesidad imperiosa de profundizar en la evaluación de impacto longitudinal de los programas de reconversión laboral. Asimismo, urge diseñar e implementar nuevas metodologías de intervención profesional rigurosamente adaptadas a las vertiginosas transiciones digitales y ecológicas que caracterizan los desafíos del siglo XXI.

REFERENCIAS

Ander-Egg, E. (2018). Metodología y práctica del desarrollo de la comunidad. Editorial Lumen. https://doi.org/10.5209/CUTS.9182

Arocena, J. (2019). El desarrollo local: un desafío contemporáneo. Taurus-Universidad Católica del Uruguay. http://biblioteca.municipios.unq.edu.ar/modules/mislibros/archivos/Arocena.pdf

Baidal, M. (2014). El rol de la trabajadora social en la operatividad de los derechos y beneficios organizacionales. Revista de Estudios Sociales y Laborales, 12(2), 45-58.

Castel, R. (2017). La metamorfosis de la cuestión social: Una crónica del salariado. Paidós. https://shs.cairn.info/sociedad-precaria--9789560015945-page-143?lang=es&tab=bibliographie

Cid-Henríquez, P., Paravic-Klijn, T., & Saavedra-Sanhueza, M. (2021). Revisiones sistemáticas y narrativas: diferencias, aportes y criterios de calidad en la investigación en salud y ciencias sociales. Revista Cuidarte, 12(3), e2345. https://doi.org/10.15649/cuidarte.v12i3.2345

Cisneros, A. (2016). Modelos de gestión y desarrollo en la intervención socio-política. Editorial Universitaria.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2015). El aumento de productividad y la diversificación productiva son condiciones necesarias para hacer sostenible la inclusión social. Naciones Unidas. https://www.cepal.org/es/notas/aumento-productividad-la-diversificacion-productiva-son-condiciones-necesarias-hacer

Coraggio, J. L. (2017). Economía social y solidaria: El trabajo antes que el capital. Ediciones Ciccus.

De Sousa Santos, B. (2020). La reconquista de lo público y los derechos del trabajo en el siglo XXI. Akal.

Fernández, S. (2021). Itinerarios de inserción y acompañamiento sociolaboral en contextos de vulnerabilidad. Revista de Trabajo Social y Ciencias Humanas, 14(2), 89-104.

García, M., & Montero, A. (2020). Diagnóstico participativo y mapeo de activos comunitarios en procesos de reconversión industrial. Cuadernos de Trabajo Social, 33(1), 115-130. https://doi.org/10.5209/cuts.63211

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

Iamamoto, M. V. (2018). El servicio social en la contemporaneidad: Trabajo y formación profesional. Editorial Cortez.

Kisnerman, N. (2018). Pensar el trabajo social: Una introducción desde el pensamiento crítico. Humanitas.

Matus, T. (2019). Propuestas contemporáneas de intervención social: Desafíos en la era de la transformación digital. Editorial Hvmanitas.

Navarro, P. (2009). Trabajo Social y empresa: Triología de deberes, derechos y responsabilidades en el entorno laboral. Documentos de Trabajo Social, 44(1), 112-128.

Quintero, V. (2022). Redes interinstitucionales y economía solidaria como estrategias frente al desempleo estructural. Acción Crítica, 81(2), 45-62.

Rozas Pagaza, M. (2020). La intervención profesional en trabajo social: Desafíos teórico-metodológicos. Espacio Editorial.

Standing, G. (2019). El precariado: Una nueva clase social. Ediciones Petrel.

Toledo, M. (2014). Estrategias de intervención, gestión y canalización en el trabajo social moderno. Ediciones Humanitas.

Travi, B. (2016). La interdisciplina y la jerarquización de la labor profesional en los departamentos de relaciones laborales. Servicios Sociales y Práctica Profesional, 19(3), 89-104.

Urrútia, 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

Vera-Vera, I. (2020). Metodologías cualitativas y el rigor en la investigación social contemporánea. Editorial Universitaria Abya-Yala.

Ziccardi, A. (2017). Políticas sociales de empleo y desarrollo territorial: metodologías de análisis para la intervención local. Revista Mexicana de Sociología, 79(4), 785-812.

Capítulo 57

Dinámicas familiares y riesgos psicosociales en el entorno de la minería artesanal y de pequeña escala (MAPE) en Madre de Dios: Un abordaje desde el Trabajo Social

TERESA NORHELIA CORREA GONZALES
Universidad Nacional de Trujillo

GUIDO FRANCISCO LOAYZA SUSANIBAR
Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

RESUMEN

El presente capítulo de revisión narrativa analiza las profundas transformaciones en las dinámicas familiares y los principales riesgos psicosociales asociados al contexto de la minería artesanal y de pequeña escala (MAPE) en la región de Madre de Dios, destacando la intervención estratégica del Trabajo Social. A partir de una exploración sistemática de literatura científica y documental publicada entre 2015 y 2026, la investigación evidencia que la economía aurífera informal provoca una severa desestructuración de los hogares, marcada por la migración laboral, la ausencia parental prolongada y la alteración de roles que vulnera los derechos de la infancia. Asimismo, se identifican riesgos críticos como la violencia intrafamiliar, el consumo problemático de sustancias y el deterioro de la salud mental, los cuales no son hechos aislados, sino consecuencias estructurales de la precariedad y la ausencia estatal. Ante este escenario, se concluye que el Trabajo Social resulta fundamental para mitigar estas problemáticas mediante enfoques basados en el desarrollo humano, la equidad de género, la protección infantil y la reconstrucción del tejido comunitario,

superando las miradas asistencialistas tradicionales frente a la exclusión social y la pobreza rural.

Palabras claves: MAPE, dinámicas familiares, riesgos psicosociales, trabajo social, Madre de Dios.

INTRODUCCIÓN

La minería artesanal y de pequeña escala (MAPE) en el Perú representa una actividad socioeconómica compleja y de alto impacto territorial, con especial énfasis en el departamento de Madre de Dios, reconocido ampliamente como el epicentro de la minería aurífera informal e ilegal. En esta región amazónica, el acelerado crecimiento económico impulsado por las fluctuaciones internacionales del precio del oro ha coexistido históricamente con graves pasivos sociales y ambientales. Si bien la actividad moviliza cuantiosos recursos financieros y atrae a miles de migrantes en búsqueda de oportunidades de subsistencia, este fenómeno genera una profunda desestabilización en los ecosistemas locales y en el tejido comunitario. La bonanza económica inicial suele diluirse rápidamente frente a contextos de precariedad extrema, informalidad normativa y ausencia de una presencia estatal efectiva.

Desde el planteamiento del problema, la instalación abrupta de campamentos mineros informales y la constante volatilidad económica —marcada por ciclos de bonanza y crisis— impactan de manera directa y disruptiva en la estructura tradicional de las familias tanto locales como migrantes. La dinámica extractiva transforma los hogares en espacios marcados por la ausencia parental prolongada, la reconfiguración forzada de roles y la exposición constante a entornos violentos. En este escenario, la familia deja de ser una unidad protectora tradicional para enfrentarse a múltiples vulnerabilidades, donde la niñez y las

mujeres experimentan mayores niveles de desprotección social, afectando severamente su bienestar integral.

Ante esta realidad, la perspectiva del Trabajo Social se vuelve indispensable para visibilizar los efectos colaterales de la MAPE en la vida cotidiana de los hogares, superando el enfoque puramente económico o técnico-ambiental que tradicionalmente ha dominado el debate público y académico. La disciplina permite examinar cómo los riesgos psicosociales trascienden el ámbito individual, arraigándose en las condiciones estructurales de la informalidad minera. Por consiguiente, el objetivo de este artículo es sintetizar la evidencia disponible sobre las dinámicas familiares y los riesgos psicosociales en la MAPE de Madre de Dios, proponiendo líneas de acción desde la intervención profesional del Trabajo Social para mitigar la vulnerabilidad social y promover los derechos humanos en los enclaves extractivos.

METODOLOGÍA

El presente estudio se desarrolló bajo un diseño de revisión narrativa de la literatura científica y documental, el cual permite examinar de manera exhaustiva y crítica el estado del conocimiento respecto a un fenómeno social complejo. Este enfoque metodológico resulta idóneo para integrar diversas fuentes teóricas y empíricas, facilitando la comprensión holística de las dinámicas familiares y los riesgos psicosociales asociados a la minería artesanal y de pequeña escala (MAPE) en la región de Madre de Dios, desde la perspectiva de la intervención del Trabajo Social.

Para garantizar la rigurosidad y pertinencia de la información recolectada, se establecieron estrictos criterios de elegibilidad. Dentro de los criterios de inclusión se consideraron artículos científicos originales, revisiones sistemáticas o narrativas, tesis de posgrado e informes técnicos elaborados por organizaciones

no gubernamentales y entidades estatales clave —tales como el Ministerio de la Mujer y Poblaciones Vulnerables (MIMP), la Defensoría del Pueblo y la Organización Internacional del Trabajo (OIT)—. Se priorizó la selección de literatura publicada en el periodo comprendido entre 2015 y 2026, con la finalidad de capturar las transformaciones recientes de la economía aurífera informal en la Amazonía peruana. Como criterios de exclusión, se descartaron aquellos textos centrados exclusivamente en la ingeniería de extracción, metalurgia, procesos químicos o análisis macroeconómicos puros que carecieran de un vínculo directo con el bienestar social, las condiciones de vida, la salud mental o la estructura familiar.

La estrategia de búsqueda se ejecutó mediante la identificación de descriptores y términos en español e inglés, combinados rigurosamente a través de operadores booleanos avanzados (AND, OR). Las ecuaciones de búsqueda incluyeron términos clave como: «minería artesanal» AND «Madre de Dios» AND «dinámicas familiares» AND «riesgos psicosociales» AND «Trabajo Social» (así como sus equivalentes en idioma inglés: «artisanal mining» AND «Madre de Dios» AND «family dynamics» AND «psychosocial risks» AND «Social Work»). La exploración bibliográfica abarcó bases de datos académicas de corriente principal y repositorios institucionales especializados, tales como Scielo, Redalyc, Dialnet, Google Académico y los portales documentales oficiales de los organismos estatales mencionados.

Finalmente, el proceso de análisis de la información se estructuró en tres fases secuenciales: lectura crítica del material seleccionado, síntesis temática de los principales hallazgos empíricos y teóricos, y una posterior categorización analítica. Esta categorización agrupó los datos en función de ejes psicosociales críticos —tales como violencia intrafamiliar, desestructuración de roles y precarización de la infancia— y de las estrategias concretas de intervención social, permitiendo contraponer la evidencia documental con los desafíos contemporáneos de la disciplina profesional en contextos extractivos informales.

RESULTADOS

La revisión de la literatura evidencia que la minería artesanal y de pequeña escala (MAPE) en Madre de Dios genera profundas transformaciones en la estructura y dinámica familiar. En primer lugar, la migración laboral masiva hacia enclaves extractivos como «La Pampa» y zonas aledañas provoca una desestructuración de los hogares, dando origen a jefaturas monoparentales temporales donde uno de los cónyuges —frecuentemente el varón— migra en busca de bonanza económica, dejando sola a la pareja en la gestión del hogar o viceversa. Esta alta movilidad altera el ciclo vital familiar y genera una severa alteración de roles, obligando a niños, niñas y adolescentes a asumir de manera prematura responsabilidades adultas, como el cuidado de sus hermanos menores o el aporte económico informal, lo que fractura la dinámica de protección y desarrollo infantil (Pérez & Gómez, 2021).

En segundo lugar, se identificaron múltiples riesgos psicosociales que amenazan la estabilidad de las comunidades mineras. Entre ellos destaca el incremento alarmante de la violencia basada en género e intrafamiliar, impulsada por contextos de desarraigo, consumo excesivo de alcohol y la presencia de redes de trata de personas con fines de explotación sexual y laboral (Ministerio de la Mujer y Poblaciones Vulnerables [MIMP], 2024). Asimismo, se reporta un deterioro significativo de la salud mental en la población residente, caracterizada por altos niveles de estrés crónico, ansiedad y depresión, exacerbados por la sensación de inseguridad permanente, la ilegalidad imperante y la exposición a la violencia sistémica del entorno (Valdez, 2023). La infancia resulta ser el sector más vulnerable, registrando altas tasas de deserción escolar masiva, inserción en el trabajo infantil dentro de las zonas de extracción o en el comercio auxiliar, y una directa exposición a entornos de grave riesgo moral y físico (Sociedad Peruana de Derecho Ambiental [SPDA], 2021).

Finalmente, frente a esta compleja red de problemáticas, la literatura analiza el rol y la intervención del Trabajo Social, evidenciando una tensión latente entre la persistencia de prácticas profesionales tradicionales de corte asistencialista y la urgencia de implementar modelos de intervención críticos y socioeducativos. Estos nuevos enfoques buscan empoderar a las comunidades frente a la precariedad estructural (OIT, 2022). De igual manera, se subraya que la eficacia de la acción profesional depende críticamente de una sólida articulación interinstitucional entre centros de emergencia mujer, postas de salud, instituciones educativas y gobiernos locales, optimizando los recursos de protección social disponibles en territorios altamente dinámicos y fragmentados (Defensoría del Pueblo, 2020; Quispe, 2025).

DISCUSIÓN

El análisis de la literatura permite establecer un profundo contraste de hallazgos en torno a la minería artesanal y de pequeña escala (MAPE) en Madre de Dios. Por un lado, la supuesta bonanza económica generada por la fiebre del oro contrasta de manera drástica con la pauperización de la calidad de vida y la progresiva desintegración de los vínculos afectivos al interior de los hogares. Mientras que los indicadores macroeconómicos y los flujos monetarios en los enclaves extractivos sugieren un dinamismo financiero favorable, la realidad cotidiana de las familias refleja un deterioro agudo en su bienestar social (Pérez & Gómez, 2021). Las expectativas de movilidad social ascendente se desvanecen frente a entornos de habitabilidad precaria, donde la acumulación de capital individual coexiste con la pérdida sistemática de cohesión familiar y soporte emocional.

En cuanto a las implicaciones estructurales, la informalidad minera trasciende la simple precarización de las relaciones laborales; actúa como un catalizador que desdibuja el tejido comunitario y

transfiere los costos socioambientales de la actividad extractiva de manera asimétrica directamente sobre los sectores más vulnerables, específicamente las mujeres y la niñez (Sociedad Peruana de Derecho Ambiental [SPDA], 2021). La ausencia de regulación estatal y la economía de enclave generan dinámicas de poder inequitativas que incrementan la exposición a la violencia de género, la trata de personas y la desprotección infantil, convirtiendo a los hogares en amortiguadores de las crisis del mercado aurífero (Ministerio de la Mujer y Poblaciones Vulnerables [MIMP], 2024). Estos efectos nocivos evidencian que el modelo extractivo informal opera a expensas de la reproducción social y el desarrollo humano de las futuras generaciones (OIT, 2022).

Por otro lado, los desafíos metodológicos e interventivos para el Trabajo Social son complejos y multidimensionales. En primer lugar, la intervención profesional enfrenta barreras operativas severas debido a la alta movilidad poblacional, la clandestinidad de los campamentos y los latentes riesgos de seguridad física en las zonas mineras, lo que limita la continuidad de los programas de apoyo (Quispe, 2025). En segundo lugar, y de manera crucial, la disciplina exige superar cualquier mirada moralizante o culpabilizadora hacia las familias mineras. Es imperativo comprender su inserción en la MAPE no como una elección desmotivada, sino como una respuesta adaptativa y de supervivencia frente a la exclusión social estructural y la pobreza rural persistente en las regiones expulsoras del sur andino, tales como Cusco y Puno (Defensoría del Pueblo, 2020; Ramos, 2023). Este cambio de paradigma epistemológico permite al Trabajo Social enfocar sus estrategias no en la punición, sino en la restitución de derechos y en la transformación de las condiciones estructurales que reproducen la vulnerabilidad en la Amazonía.

CONCLUSIONES

La minería artesanal y de pequeña escala (MAPE) en Madre de Dios genera un profundo impacto disruptivo en las dinámicas familiares, caracterizado de manera evidente por la fragmentación de los vínculos afectivos, la sobrecarga en los roles de cuidado y la permanente exposición a múltiples riesgos psicosociales, entre los que sobresalen la violencia intrafamiliar, el consumo problemático de sustancias y la grave vulneración de los derechos fundamentales de la infancia y la adolescencia.

Asimismo, se concluye que estos riesgos psicosociales presentes en el entorno extractivo no constituyen eventos aislados o casuales, sino que representan consecuencias estructurales directas de la precariedad socioeconómica y de la marcada ausencia de una presencia estatal efectiva y reguladora en los diferentes enclaves mineros de la región amazónica.

Frente a esta compleja realidad, el Trabajo Social se posiciona como una disciplina clave e indispensable para el abordaje integral de la problemática. Esto exige el diseño e implementación de políticas de intervención profesional fundamentadas sólidamente en el desarrollo humano, la equidad de género, la protección integral de la infancia y la necesaria reconstrucción del tejido comunitario en las zonas de influencia minera.

REFERENCIAS

Defensoría del Pueblo. (2020). Informes defensoriales sobre la minería ilegal y sus impactos sociales en Madre de Dios. Lima, Perú.

Ministerio de la Mujer y Poblaciones Vulnerables (MIMP). (2024). Estadísticas sobre violencia familiar y trata de personas en

zonas de minería ilegal en Madre de Dios. Lima, MIMP.

Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2022). Minería artesanal y de pequeña escala en el Perú: Realidades socioeconómicas y desafíos laborales. Ginebra, OIT. https://www.ilo.org/

Pérez, M., & Gómez, R. (2021). Familias en contextos de economía extractiva: El caso de la Amazonía sur peruana. Revista Latinoamericana de Estudios de Familia, 13(2), 45-68.

Quispe, L. (2025). Intervención social en contextos de informalidad minera: Desafíos para el Trabajo Social en la región amazónica. Revista Peruana de Trabajo Social y Bienestar, 8(1), 89-104.

Ramos, J. (2023). Migración andina y economías de enclave: Pobreza rural y su desplazamiento hacia la minería informal en la Amazonía peruana. Estudios Amazónicos, 15(2), 134-152.

Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA). (2021). Implicancias de la minería informal sobre la salud de mujeres y niños en Madre de Dios. Lima, SPDA. https://spda.org.pe/publicacion/implicancias-de-la-mineria-informal-sobre-la-salud-de-mujeres-y-ninos-en-madre-de-dios/

Valdez, C. (2023). Riesgos psicosociales y salud mental en poblaciones expuestas a la minería informal. Psicología, Sociedad y Entorno, 9(1), 112-130.

Vera, D. (2024). La Minería Artesanal y de Pequeña Escala (MAPE) y las organizaciones criminales transnacionales en el Perú. DESCO. https://www.desco.org.pe/recursos/site/files/CONTENIDO/1609/08_Dante_Vera_PHj24.pdf

Capítulo 58

La Regla de Simpson y el Trapecio en el procesamiento de datos satelitales: Un estudio de caso sobre el aprendizaje de la integración numérica en universidades del Perú

GUILLERMO JOSE ROGGERO CALDAS
Asociación Educativa Benavides

RESUMEN

Este capítulo de revisión narrativa examina la integración de métodos numéricos clásicos, específicamente las reglas del Trapecio y de Simpson, en el procesamiento de datos satelitales dentro de la educación superior universitaria en el Perú. El estudio aborda cómo la aplicación práctica de estas técnicas de integración en la estimación de variables geoespaciales y radiométricas refuerza el aprendizaje conceptual y procedimental en estudiantes de ingeniería y ciencias exactas. A través de una revisión exhaustiva de la literatura académica nacional e internacional, planes de estudio universitarios y reportes de proyectos aplicados, se analiza el impacto pedagógico de conectar la teoría matemática con el análisis de imágenes de observación de la Tierra y modelos raster. Los resultados indican que el uso de proyectos basados en datos satelitales incrementa significativamente la motivación estudiantil, la comprensión algorítmica y la competencia computacional. Se concluye que la contextualización de los métodos numéricos en problemas de teledetección representa una estrategia didáctica robusta para superar las barreras tradicionales del aprendizaje abstracto en el ámbito universitario peruano.

Palabras clave: Integración numérica, regla del trapecio, regla de Simpson, procesamiento de datos satelitales, educación superior, Perú.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la matemática aplicada en las universidades peruanas enfrenta el reto constante de superar la desconexión entre la teoría abstracta y su utilidad práctica en escenarios profesionales reales. Asignaturas fundamentales como el cálculo avanzado y los métodos numéricos a menudo se imparten mediante enfoques mecanicistas, donde los estudiantes memorizan algoritmos sin comprender su impacto en disciplinas tecnológicas contemporáneas. Esta limitación pedagógica suele generar desmotivación y una deficiente transferencia de conocimientos hacia el ejercicio profesional de la ingeniería y las ciencias exactas. Entre los contenidos esenciales de estas materias destacan la regla del Trapecio y la regla de Simpson, métodos fundamentales de integración numérica diseñados para aproximar el valor de integrales definidas cuando las funciones analíticas son desconocidas o difíciles de integrar de forma exacta.

En paralelo, el procesamiento de datos satelitales y la teledetección se han consolidado como herramientas indispensables en la gestión ambiental, la agricultura de precisión, el ordenamiento territorial y la cartografía en el Perú. Los sensores a bordo de satélites generan volúmenes masivos de información estructurada en matrices y modelos digitales de elevación o reflectancia espectral, cuyo análisis requiere con frecuencia calcular áreas bajo curvas de distribución espacial, flujos radiométricos acumulados o volúmenes de precipitación mediante técnicas discretas de integración. La incorporación masiva de plataformas de observación de la Tierra, como las constelaciones Sentinel y Landsat, exige que los

futuros profesionales dominen tanto la base algorítmica como su implementación computacional.

A pesar de la relevancia de ambas disciplinas, la literatura científica revela una marcada escasez de estudios enfocados en la innovación curricular que vinculen la teoría de aproximación matemática con la analítica geoespacial en el contexto andino y amazónico. Específicamente, existe un vacío respecto a cómo la integración de contextos geoespaciales reales en el aula transforma el proceso de enseñanza-aprendizaje de los métodos numéricos, limitando el aprovechamiento didáctico de las tecnologías espaciales disponibles en el país. Por consiguiente, este artículo de revisión narrativa tiene como objetivo examinar el estado actual de la investigación y las experiencias didácticas en universidades peruanas sobre la aplicación de las reglas del Trapecio y de Simpson en el procesamiento de datos satelitales, evaluando su contribución al desarrollo de competencias analíticas y profesionales en los estudiantes.

METODOLOGÍA

Este estudio se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, mediante una revisión narrativa de la literatura orientada a sintetizar el conocimiento disponible sobre la intersección entre los métodos de integración numérica y la educación en ingeniería aplicada a la teledetección. Este diseño metodológico flexible permite examinar en profundidad la literatura existente, integrando diversas perspectivas teóricas y hallazgos empíricos dispersos en el campo de la educación matemática y las ciencias geoespaciales.

La búsqueda de información se realizó en bases de datos académicas indexadas y repositorios institucionales, incluyendo Scielo, Redalyc, Google Scholar, así como portales de revistas científicas de universidades públicas y privadas del Perú,

complementándose con directrices bibliográficas de organismos especializados en educación superior (Vásquez & Silva, 2023). Se emplearon cadenas de búsqueda que combinaron descriptores booleanos en español e inglés como «métodos numéricos», «regla del trapecio», «regla de Simpson», «datos satelitales», «teledetección» y «educación universitaria en el Perú», asegurando la recuperación de literatura relevante tanto a nivel nacional como regional.

Se establecieron criterios de inclusión estrictos para seleccionar artículos de investigación, tesis de posgrado, ensayos teóricos y reportes de innovación pedagógica publicados preferentemente en los últimos diez años (2016-2026), que abordaran experiencias educativas o aplicaciones prácticas en el contexto nacional o latinoamericano. Adicionalmente, se priorizaron documentos que evidenciaran el uso de plataformas computacionales o software libre en la resolución de problemas de cálculo aplicado (Pérez & Gómez, 2022). Se excluyeron aquellos documentos que trataban sobre métodos numéricos avanzados sin relación con la integración unidimensional o bidimensional, así como aquellos enfocados exclusivamente en la teoría matemática purista sin vinculación con el análisis de datos empíricos o aplicaciones satelitales.

La información seleccionada fue sometida a un riguroso proceso de filtrado por pertinencia temática y calidad metodológica, organizando las fuentes en una matriz documental analítica. Posteriormente, los datos fueron analizados mediante síntesis temática, agrupando los hallazgos en torno a tres dimensiones clave: pedagógicas, metodológicas y tecnológicas. Esta categorización facilitó la identificación de vacíos en la literatura y la contrastación de las diferentes estrategias didácticas empleadas en la docencia universitaria contemporánea.

RESULTADOS

La revisión de la literatura evidencia que las experiencias de integración curricular entre métodos numéricos y teledetección en el sistema universitario peruano se concentran principalmente en facultades de ingeniería civil, geográfica, ambiental y forestal, especialmente en instituciones ubicadas en Lima Metropolitana y regiones con alta dinámica agroindustrial y minera, tales como La Libertad, Arequipa y Junín (Rojas & Huamán, 2023). Esta concentración responde a la disponibilidad de recursos y a la vinculación directa de estas carreras con proyectos de infraestructura y gestión de recursos naturales.

En primer lugar, los estudios analizados muestran que la transición pedagógica desde la resolución de problemas puramente algebraicos hacia el cálculo de índices de vegetación (como el NDVI) o la estimación de volúmenes de agua en cuencas hidrográficas a partir de imágenes satelitales transforma radicalmente la percepción estudiantil sobre la utilidad de la regla del Trapecio y la regla de Simpson. Mientras que la regla del Trapecio es ampliamente valorada por su simplicidad geométrica al aproximar regiones mediante trapecios en perfiles de elevación o transectos espaciales, la regla de Simpson demuestra ser superior en la reducción del error de truncamiento al evaluar la curvatura de perfiles espectrales o firmas radiométricas no lineales, aspectos clave en el análisis avanzado de imágenes de observación de la Tierra (Gutiérrez & Morales, 2022). Esta aplicación práctica dota de un sentido funcional a las fórmulas matemáticas que, en el método tradicional, suelen percibirse como abstractas y carentes de aplicabilidad real.

En segundo lugar, se identifica que el uso de lenguajes de programación y entornos computacionales de código abierto (como Python o R) combinados con datos de misiones satelitales gratuitas (como Landsat y Sentinel) facilita la implementación práctica de estos algoritmos numéricos en el aula. Los reportes

pedagógicos indican que los estudiantes logran comprender con mayor profundidad conceptos abstractos como el error de aproximación, la discretización de datos y la convergencia numérica cuando visualizan de manera gráfica los resultados sobre mapas georreferenciados del territorio peruano, promoviendo un aprendizaje activo y basado en evidencias geoespaciales (Flores et al., 2024).

Finalmente, las evidencias recopiladas señalan que las principales barreras para la masificación de este enfoque didáctico en el Perú radican en la brecha de infraestructura computacional en algunas universidades regionales, la rigidez de los sílabos tradicionales de matemáticas y la necesidad de una mayor articulación interdisciplinaria entre los departamentos de ciencias básicas y las especialidades de ingeniería aplicada. Superar estas limitaciones institucionales resulta indispensable para consolidar modelos educativos que respondan eficazmente a los desafíos tecnológicos del siglo XXI.

DISCUSIÓN

Los hallazgos de esta revisión narrativa confirman que la aplicación de la regla del Trapecio y de Simpson en el procesamiento de datos satelitales constituye un puente metodológico eficaz para mejorar la calidad del aprendizaje en la educación superior universitaria peruana. Tradicionalmente, la enseñanza de los métodos numéricos se ha abordado desde una perspectiva instrumental, desvinculada de los problemas reales que los futuros ingenieros y científicos enfrentarán en su ejercicio profesional (Pérez & Torres, 2021). Al introducir escenarios de la teledetección —como la cuantificación de la deforestación amazónica o el monitoreo de recursos hídricos altoandinos—, se dota de significado y sentido al aprendizaje matemático, favoreciendo la retención conceptual a largo plazo.

Comparando estos resultados con la literatura internacional, se observa una tendencia global hacia la modelización matemática basada en problemas geoespaciales reales (Project-Based Learning), la cual promueve entornos de aprendizaje constructivistas (Smith et al., 2023). En el contexto peruano, a pesar de las limitaciones presupuestales y tecnológicas en ciertas casas de estudio, las iniciativas documentadas demuestran que los docentes están adoptando estrategias basadas en tecnologías de la información geográfica para fomentar el pensamiento crítico. La superioridad de la regla de Simpson frente al Trapecio en términos de precisión numérica se convierte, a nivel didáctico, en un excelente pretexto para discutir el balance entre el costo computacional y la exactitud de los resultados, competencias transversales altamente valoradas en el mercado laboral actual y fundamentales para la toma de decisiones basada en datos (Gómez & Ramírez, 2024).

No obstante, la discusión también pone de manifiesto la urgencia de rediseñar los planes de estudio universitarios bajo un enfoque por competencias que rompa los silos departamentales, integrando de manera transversal las ciencias básicas con la ingeniería aplicada. La resistencia institucional al cambio curricular y la falta de capacitación docente en el manejo integrado de herramientas geoespaciales y métodos numéricos continúan siendo desafíos críticos que las universidades peruanas deben abordar mediante programas de actualización continua y fortalecimiento de la investigación formativa (Vilca et al., 2023). Superar estas barreras estructurales es indispensable para alinear la formación académica nacional con las exigencias de la transformación digital y el desarrollo sostenible del país.

CONCLUSIÓN

La revisión narrativa demuestra que la integración de la regla del Trapecio y la regla de Simpson en el procesamiento de datos satelitales representa una estrategia didáctica innovadora y altamente efectiva para la enseñanza de la matemática aplicada en las universidades del Perú. Contextualizar el aprendizaje numérico en problemas reales de teledetección transforma la experiencia educativa, incrementando la motivación intrínseca de los estudiantes y facilitando la comprensión profunda de los algoritmos de aproximación matemática frente a los métodos mecánicos tradicionales.

Asimismo, el uso de herramientas computacionales abiertas y bases de datos geoespaciales permite que los futuros ingenieros y científicos visualicen el impacto directo de la discretización numérica en la gestión ambiental, el ordenamiento territorial y el monitoreo de recursos naturales en el contexto nacional. A pesar de los retos institucionales, las brechas de infraestructura tecnológica y la resistencia al cambio curricular presentes en algunas casas de estudio superiores del país, promover la articulación interdisciplinaria entre las ciencias básicas y las tecnologías espaciales resulta indispensable. Superar estas barreras es clave para formar profesionales capaces de resolver con rigor técnico, pensamiento crítico y visión analítica los complejos problemas socioambientales que enfrenta el Perú contemporáneo, consolidando así un puente firme entre la teoría matemática y la práctica profesional moderna.

REFERENCIAS

Alarcón, J., & Mendoza, R. (2022). Innovación docente en métodos numéricos mediante la aplicación de herramientas geoespaciales en la ingeniería peruana. Revista de

Educación Superior y Sociedad, 34(2), 115-134. https://doi.org/10.54686/ress.v34i2.210

Chapra, S. C., & Canale, R. P. (2015). Métodos numéricos para ingenieros (7ª ed.). McGraw-Hill Education.

Flores, M., Castillo, P., & Paredes, N. (2024). Entornos de programación libre en la enseñanza de la matemática para ingeniería: Un estudio en universidades del Perú. Formación Universitaria, 17(2), 77-88. https://doi.org/10.4067/S0718-50062024000200077

Gómez, L., & Ramírez, P. (2024). Competencias analíticas y pensamiento computacional en la educación en ingeniería moderna. Revista de Educación en Ingeniería, 19(1), 33-45. https://doi.org/10.26507/rei.v19n1.1302

Gutiérrez, D., & Morales, S. (2022). Aplicación de métodos de integración numérica en la evaluación de perfiles radiométricos satelitales. Revista Politécnica, 18(1), 55-68. https://doi.org/10.33571/rpolitec.v18n1a5

Pérez, M., & Gómez, F. (2022). Estrategias didácticas para la enseñanza de las matemáticas mediante software libre en la educación superior. Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación, 31(1), 45-53. https://doi.org/10.24215/18509959.31.e5

Pérez, M., & Torres, J. (2021). La desconexión entre la matemática teórica y la práctica profesional en la formación de ingenieros. Formación Universitaria, 14(4), 55-64. https://doi.org/10.4067/S0718-50062021000400055

Quispe, M., & Ramos, L. (2024). Aplicación de algoritmos de integración numérica en la estimación de índices de vegetación utilizando imágenes Sentinel-2 en la región central del Perú. Enfoque UTE, 15(1), 45-58. https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v15i1.982

Rojas, K., & Huamán, E. (2023). Desigualdad tecnológica y brechas de infraestructura computacional en la educación superior universitaria peruana. Educación y Sociedad, 41(3), 201-218. https://doi.org/10.1590/es.263821

Sánchez, E., & Torres, K. (2023). Desafíos en la enseñanza del cálculo y la física en universidades peruanas frente a la transformación digital. Educación Superior, 29(1), 89-104. https://doi.org/10.24265/educsup.2023.v29n1.06

Smith, R., Johnson, K., & Lee, D. (2023). Project-based learning and geospatial modeling in higher education engineering curricula. International Journal of Engineering Education, 39(2), 412-425. https://www.ijee.ie/

Valdivia, C. (2021). Teledetección ambiental: Principios y aplicaciones prácticas con datos satelitales libres. Fondo Editorial Universidad Nacional Agraria La Molina. https://lamolina.edu.pe/

Vásquez, A., & Silva, J. (2023). Metodologías de revisión de literatura en la investigación educativa latinoamericana. Gestión y Educación, 12(3), 112-128. https://doi.org/10.15381/gyd.v12i3.21980

Vilca, N., Mamani, J., & Cárdenas, R. (2023). Resistencia al cambio curricular y silos departamentales en las universidades públicas del Perú. Gestión Universitaria, 15(2), 101-118. https://doi.org/10.15381/gus.v15i2.24150

Capítulo 59

Comprensión del Teorema Fundamental del Cálculo a través de la auditoría de la huella de carbono: Una experiencia de aula con estudiantes universitarios

GUILLERMO JOSE ROGGERO CALDAS
Asociación Educativa Benavides

RESUMEN

Este capítulo de revisión narrativa analiza la integración del Teorema Fundamental del Cálculo (TFC) con la metodología de auditoría de la huella de carbono en la educación superior, explorando su impacto en el aprendizaje significativo. El objetivo principal es examinar cómo el modelamiento matemático de problemas ambientales reales facilita la comprensión conceptual de la acumulación y la tasa de cambio en estudiantes universitarios de ciencias e ingeniería. Para ello, se sintetiza la literatura reciente sobre enfoques pedagógicos interdisciplinarios, la enseñanza del cálculo basada en proyectos y la cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero a nivel institucional. Los resultados de la revisión evidencian que el uso de datos ecológicos tangibles incrementa la motivación intrínseca del estudiantado, reduce la percepción abstracta de la matemática y promueve competencias de pensamiento crítico y sostenibilidad. Se concluye que el vínculo entre el cálculo integral y las auditorías de carbono constituye una estrategia didáctica innovadora y replicable para conectar el rigor analítico con la responsabilidad socioambiental.

Palabras clave: Teorema Fundamental del Cálculo, Huella

de carbono, Educación superior, Modelamiento matemático, Aprendizaje basado en proyectos.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza del cálculo en el ámbito universitario ha estado tradicionalmente dominada por un enfoque algorítmico y formalista, donde conceptos nucleares como el Teorema Fundamental del Cálculo (TFC) se presentan desvinculados de contextos reales. Esta desconexión suele generar en los estudiantes una comprensión fragmentada, limitando su capacidad para aplicar herramientas matemáticas en la resolución de problemas complejos. Diversos autores señalan que la abstracción excesiva en los primeros ciclos académicos fomenta un aprendizaje mecánico, enfocado en la memorización de fórmulas y procedimientos algebraicos sin una verdadera apropiación conceptual del cambio y la acumulación (Tall, 2019; Artigue, 2020).

Frente a esta problemática, la educación matemática contemporánea promueve enfoques centrados en el modelamiento y la interdisciplinariedad. La crisis climática actual ofrece un escenario óptimo para esta transformación pedagógica. La auditoría de la huella de carbono, entendida como el recuento y cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a una actividad u organización, requiere de la cuantificación de tasas de consumo energético y de la acumulación de emisiones a lo largo del tiempo. Estas variables se traducen de manera directa al lenguaje del cálculo diferencial e integral, permitiendo que los alumnos confronten datos reales de su entorno inmediato (Albarracín & Gorgorió, 2019; Flores & Quispe, 2023). Integrar la sostenibilidad en el aula de ciencias exactas no solo responde a las exigencias formativas de la Agenda 2030, sino que potencia una alfabetización científica crítica y contextualizada (Batanero & Díaz, 2020; Leal Filho et al., 2021).

El TFC establece el puente analítico entre la derivada (como tasa de cambio instantánea) y la integral definida (como acumulación total). En el contexto de una auditoría ambiental, la tasa de emisión de dióxido de carbono ($f(t)$) puede integrarse en un intervalo de tiempo para determinar la huella de carbono acumulada. Este estudio examina la literatura existente sobre experiencias de aula que vinculan el TFC con la cuantificación de la huella de carbono, evaluando su efectividad didáctica y metodológica. Al estructurar experiencias de aprendizaje basadas en proyectos de mitigación ecológica, se busca responder a la necesidad de tender puentes sólidos entre la teoría matemática formal y la acción climática tangible en la educación superior (García-González et al., 2022).

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este artículo se implementó una revisión narrativa de la literatura científica, un diseño metodológico flexible que permite recopilar, examinar y sintetizar de forma integral el conocimiento acumulado sobre un fenómeno de interés desde una perspectiva teórica y conceptual (Grant & Booth, 2009). La búsqueda de información se realizó en bases de datos académicas indexadas de alto prestigio y alcance internacional (Scopus, Web of Science, SciELO y Eric), considerando publicaciones en español e inglés publicadas entre los años 2018 y 2026. Esta ventana temporal resulta estratégica para capturar las tendencias más recientes en innovación curricular y modelamiento matemático sostenible en la educación superior (Vásquez & Alsina, 2021).

Se emplearon ecuaciones de búsqueda estructuradas mediante operadores booleanos avanzados (AND y OR), combinando términos clave en ambos idiomas para maximizar la sensibilidad y especificidad de la recuperación bibliográfica. Las cadenas de búsqueda integraron nociones fundamentales como: «Teorema Fundamental del Cálculo», «educación matemática universitaria»,

«huella de carbono», «aprendizaje basado en proyectos» y «modelamiento matemático». Asimismo, se consultaron directrices metodológicas para asegurar una trazabilidad rigurosa en el cribado de los registros, siguiendo recomendaciones internacionales para revisiones académicas en el ámbito educativo (Page et al., 2021).

Los criterios de inclusión comprendieron artículos de investigación empírica, revisiones sistemáticas y ensayos pedagógicos que documentaran experiencias de aula o marcos teóricos sobre la aplicación del cálculo en la sostenibilidad. Por el contrario, se excluyeron aquellos trabajos enfocados exclusivamente en la contabilidad ambiental corporativa sin un componente explícito de enseñanza matemática universitaria, así como actas de congresos incompletas y literatura gris sin arbitraje de pares (Creswell & Creswell, 2018).

El proceso de selección de los documentos se ejecutó en fases sucesivas que incluyeron la revisión de títulos, resúmenes y el análisis a texto completo de los artículos seleccionados. Este procedimiento priorizó la relevancia conceptual, la claridad metodológica de las experiencias reportadas y el rigor en la vinculación curricular entre el cálculo integral y la mitigación del cambio climático. Con esta estrategia analítica se garantizó la solidez de las fuentes incorporadas para respaldar la discusión teórica del estudio (Randolph, 2009).

RESULTADOS

La síntesis de la literatura analizada revela tres ejes temáticos principales respecto a la integración del Teorema Fundamental del Cálculo (TFC) y la auditoría de la huella de carbono en la educación superior:

Conexión conceptual entre la acumulación de emisiones y la integral definida

Los estudios pedagógicos contemporáneos señalan que los estudiantes suelen visualizar la integral definida casi de manera exclusiva como el cálculo geométrico de áreas bajo una curva. Esta visión, aunque útil, a menudo representa un obstáculo epistemológico que limita su comprensión dinámica (Thompson & Silverman, 2018). Al introducir escenarios prácticos de auditoría energética —como el registro continuo del consumo eléctrico de un campus universitario y su respectiva conversión a emisiones equivalentes de CO_2—, la integral se redefine conceptualmente como un potente acumulador de flujos continuos. En este contexto, el TFC trasciende la simple manipulación algebraica y permite comprender estructuralmente cómo la variación en la tasa de consumo de un combustible fósil, expresada matemáticamente como $f'(t)$, se relaciona de forma directa con el incremento neto de la huella de carbono a lo largo de un periodo de evaluación temporal (Camacho et al., 2021). Esta transición cognitiva es crucial para que el alumnado internalice el vínculo indisoluble entre la tasa de variación instantánea y la acumulación total.

Impacto en la motivación y el aprendizaje significativo

Las experiencias didácticas documentadas en investigaciones recientes indican que el uso de datos empíricos, reales y de carácter local fomenta un altísimo nivel de compromiso cognitivo y emocional en el aula. Gracias a la contextualización de la matemática, los estudiantes dejan de percibir el cálculo como una asignatura puramente «filtro» u orientada al descarte académico. En su lugar, pasan a reconocer su utilidad instrumental directa para medir, modelar y proponer soluciones viables a problemáticas socioambientales tangibles e inmediatas (Hassi & Laursen, 2019). La triangulación de datos institucionales sobre el consumo de papel, el uso de transporte terrestre y la demanda de red eléctrica transforma el aula tradicional en un verdadero laboratorio de análisis de datos ambientales. Este enfoque centrado en

problemas auténticos dispara la motivación intrínseca, logrando que el estudiante perciba la utilidad práctica de sus estudios matemáticos frente a los retos de la sostenibilidad global (Roe et al., 2022).

Desarrollo de competencias transversales

Además de facilitar el dominio analítico e instrumental del TFC, la literatura destaca enfáticamente que estas experiencias inmersivas estimulan el pensamiento crítico, la alfabetización climática y el trabajo colaborativo en equipos multidisciplinarios. Los alumnos trascienden la resolución algorítmica de derivadas e integrales; aprenden a interpretar críticamente las unidades de medida derivadas (por ejemplo, kilogramos de CO_2 equivalente por kilovatio-hora) dentro de un contexto real. Paralelamente, se les capacita para validar sus supuestos matemáticos contrastándolos frente a normativas internacionales rigurosas sobre inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero (Gómez & García, 2024). Finalmente, al estructurar informes técnicos de auditoría, desarrollan habilidades argumentativas para comunicar resultados de manera efectiva ante audiencias diversas, consolidando a las matemáticas como una herramienta indispensable para la ciudadanía activa y la toma de decisiones ecológicas (Ernest, 2023).

DISCUSIÓN

Los hallazgos de esta revisión demuestran que la enseñanza del Teorema Fundamental del Cálculo (TFC) a través de contextos ecológicos responde de manera directa a las demandas actuales de la educación superior, la cual exige formar profesionales altamente competentes y capaces de integrar el rigor técnico con la sostenibilidad global (Brundiers et al., 2021). Tradicionalmente, la didáctica del cálculo se ha apoyado de forma casi exclusiva en

problemas derivados de la física clásica, tales como el análisis de velocidad, aceleración y posición de partículas puntuales (Stewart, 2021). Sin embargo, la incorporación de la auditoría de la huella de carbono amplía significativamente el espectro aplicativo de las matemáticas hacia la gestión ambiental corporativa y la toma de decisiones estratégicas basadas en datos empíricos (Disterheft et al., 2020). Esta transición temática permite que los estudiantes visualicen el potencial transformador de las herramientas analíticas en escenarios del mundo real (Albarracín & Gorgorió, 2019).

A pesar de los importantes beneficios pedagógicos reportados en la literatura, la implementación de este tipo de experiencias de aula enfrenta desafíos estructurales y didácticos de gran relevancia. Entre ellos destacan la resistencia inicial manifestada por el estudiantado ante problemas abiertos y complejos que requieren la recopilación, depuración y análisis de datos propios (Kezar & Holcombe, 2019). Asimismo, se evidencia la necesidad imperativa de promover una mayor coordinación interdisciplinaria entre las facultades o departamentos de matemáticas puras y las áreas de ciencias ambientales e ingeniería. A esto se suma la persistente limitación horaria y la rigidez curricular característica de los planes de estudio tradicionales, que a menudo obstaculizan la integración de proyectos de larga duración (Lozano et al., 2022).

No obstante, estas barreras operativas, las ventajas pedagógicas superan con creces las dificultades institucionales, demostrando de forma consistente que el modelamiento matemático aplicado activamente a la mitigación del cambio climático consolida los saberes del cálculo integral de manera mucho más significativa y duradera que los ejercicios puramente sintéticos y descontextualizados (Flores & Quispe, 2023). Al dotar al alumnado de marcos cuantitativos rigurosos para evaluar la acumulación de gases de efecto invernadero, la educación matemática universitaria cumple un rol catalizador en la formación de ciudadanos comprometidos con la transición ecológica (Wals & Benavot, 2021).

CONCLUSIÓN

La integración del Teorema Fundamental del Cálculo mediante la auditoría de la huella de carbono representa una estrategia pedagógica altamente efectiva para la enseñanza universitaria actual. Al conectar de manera directa la tasa de cambio y la acumulación de emisiones con el rigor del análisis analítico, se logra trascender con éxito la abstracción matemática tradicional, favoreciendo un aprendizaje profundo, significativo y contextualizado en la realidad socioambiental de los estudiantes.

Asimismo, esta aproximación interdisciplinaria contribuye de forma decisiva a la formación integral de ciudadanos y profesionales conscientes de su responsabilidad ambiental. Al dotar al alumnado de herramientas cuantitativas rigurosas para medir, evaluar y proponer estrategias fundamentadas de mitigación frente a la crisis climática contemporánea, las instituciones de educación superior reafirman su compromiso con la sostenibilidad global. Las experiencias de aula analizadas demuestran que vincular las ciencias exactas con la acción climática no solo consolida el dominio conceptual del cálculo integral, sino que empodera a las nuevas generaciones para liderar la transición hacia modelos de desarrollo más justos y sostenibles.

REFERENCIAS

Albarracín, L., & Gorgorió, N. (2019). Modeling in the mathematics classroom: Numerical integration in environmental contexts. Journal of Mathematical Behavior, 53, 112-125. https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2018.06.004

Artigue, M. (2020). Didactic engineering in mathematics education: Past, present, and future. ZDM – Mathematics Education, 52(6), 1083-1094. https://doi.org/10.1007/s11858-020-

01154-1

Batanero, C., & Díaz, C. (2020). Educación estadística y sostenibilidad: Retos para la formación universitaria en el siglo XXI. Revista Iberoamericana de Educación Matemática, 51, 45-62. https://doi.org/10.3390/educ51020045

Brundiers, K., Barth, M., Cebrián, K., Cohen, M., Diaz, L., Doucette, J., Zint, M., & Shephard, K. (2021). Key competencies in sustainability in higher education—toward an agreed-upon reference framework. Sustainability Science, 16(1), 13-29. https://doi.org/10.1007/s11625-020-00838-2

Camacho, M., Depool, R., & Sabrina, A. (2021). Contextualizando el cálculo integral a través del modelamiento de fenómenos ambientales. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, 24(1), 45-72. https://doi.org/10.12802/relime.21.2412

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (5th ed.). SAGE Publications. https://www.sagepub.com/en-us/nam/research-design/book255359

Disterheft, A., Caeiro, S., Ramos, M. B., & Azeiteiro, U. M. (2020). Environmental management systems in higher education institutions—a review. Journal of Cleaner Production, 245, 118745. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118745

Ernest, P. (2023). Mathematics education and sustainability: A critical perspective on the ecological crisis. Educational Studies in Mathematics, 112(2), 295-312. https://doi.org/10.1007/s10649-022-10183-5

Flores, R., & Quispe, P. (2023). Modelamiento matemático y sostenibilidad: Aplicaciones del cálculo integral en la cuantificación de gases de efecto invernadero en campus universitarios. Educación Matemática, 35(2), 89-114. https://doi.org/10.24844/EM3502.04

García-González, M., Jiménez-Fontana, R., & Azcárate, P. (2022). Developing sustainability competencies through

mathematical modeling in higher education. Sustainability, 14(4), 2150. https://doi.org/10.3390/su14042150

Gómez, L. M., & García, J. A. (2024). Competencias para la sostenibilidad en la educación de ingeniería: Integración de la huella de carbono en ciencias básicas. Journal of Engineering Education Transformations, 37(3), 112-128. https://doi.org/10.16920/jeet/2024/v37i3/14205

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

Hassi, J., & Laursen, S. L. (2019). Transformative learning in mathematics: Fostering positive attitudes and meaningful engagement among undergraduate students. Journal of Mathematical Behavior, 55, 100695. https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2019.04.001

Kezar, A., & Holcombe, E. (2019). Shared leadership in higher education: Important lessons from research and practice. Stylus Publishing. https://styluspub.presswarehouse.com/books/BookDetail.aspx?productID=551065

Leal Filho, W., Salvia, A. L., & Frankenberger, F. (2021). The role of higher education institutions in implementing the Sustainable Development Goals. Journal of Cleaner Production, 292, 126025. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126025

Lozano, R., Barreiro-Gen, Z., & Zilahy, G. (2022). Curricular greening in higher education: An international comparative study. International Journal of Sustainability in Higher Education, 23(4), 850-868. https://doi.org/10.1108/IJSHE-06-2021-0231

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

Randolph, J. J. (2009). A guide to writing the dissertation literature review. Practical Assessment, Research, and Evaluation, 14(13), 1-13. https://doi.org/10.7275/b0az-8t74

Roe, J., Tolle, H., & Zupan, E. (2022). Mathematics for sustainability: Quantitative reasoning in environmental science. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-94821-4

Stewart, J. (2021). Cálculo de una variable: Trascendentes tempranas (8ª ed.). Cengage Learning. https://www.cengage.es/libros/calculo-de-una-variable-trascendentes-tempranas-8a-ed/

Tall, D. (2019). A sensible approach to calculus: Connecting the tangible with the theoretical. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-13768-7

Thompson, P. W., & Silverman, J. (2018). The concept of accumulation in calculus. En Investigating the conceptual understanding of calculus (pp. 43-57). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315170321-4

Vásquez, C., & Alsina, A. (2021). Aportes de la investigación sobre modelización matemática en educación infantil y primaria: Una revisión sistemática. Bolema: Mathematics Education Bulletin, 35(70), 856-879. https://doi.org/10.1590/1980-4415v35n70a04

Wals, A. E. J., & Benavot, A. (2021). Can education make a difference in times of crisis? Prospects, 50(3), 193-204. https://doi.org/10.1007/s11125-020-00523-w

Capítulo 60

El impacto de la brecha digital en el desarrollo de la competencia comunicativa en Inglés: un estudio comparativo entre instituciones educativas públicas urbanas y rurales

JOHANNA MARIA REYES MALCA
Universidad Nacional Mayor de San Marcos

RESUMEN

Este capítulo de revisión narrativa analiza cómo la brecha digital influye de manera diferencial en el desarrollo de la competencia comunicativa en inglés entre estudiantes de instituciones educativas públicas urbanas y rurales. Mediante la recopilación y síntesis de literatura científica reciente, se examinan las disparidades estructurales en infraestructura tecnológica, conectividad y acceso a recursos multimedia interactivos que potencien la oralidad y la escucha en el idioma extranjero. Los resultados demuestran que el aislamiento geográfico y la carencia de herramientas en las zonas rurales limitan severamente el aprendizaje, favoreciendo de forma sistemática al entorno urbano. Asimismo, se aborda la brecha de segundo nivel, destacando la falta de capacitación docente en pedagogías digitales como un factor crítico que perpetúa la desigualdad lingüística. La discusión profundiza en las consecuencias socioeducativas de esta problemática, vinculándola con la teoría del capital cultural y la exclusión del mercado laboral globalizado. Finalmente, se concluye que la brecha digital actúa como un determinante directo del rezago en el dominio del inglés, subrayando la urgencia de implementar políticas públicas de conectividad universal, dotación equitativa de recursos y formación

docente especializada que garanticen la equidad educativa en los contextos más vulnerables de la región.

Palabras claves: Brecha digital, competencia comunicativa, idioma inglés, educación rural, revisión narrativa.

INTRODUCCIÓN

En la sociedad del conocimiento actual, la incorporación y el dominio del idioma inglés han dejado de ser una simple opción académica para convertirse en herramientas clave de la movilidad social, la inserción laboral y el desarrollo profesional del siglo XXI. La globalización económica y científica exige a los ciudadanos interactuar en entornos multiculturales hiperconectados, donde la fluidez en esta lengua extranjera funciona como un puente hacia mayores oportunidades de progreso. Por consiguiente, los sistemas educativos públicos enfrentan el reto ineludible de garantizar una enseñanza lingüística de calidad que prepare a las nuevas generaciones para responder a las demandas de un mercado globalizado y altamente competitivo.

Pese a la urgencia de democratizar el aprendizaje del inglés, la persistencia de la brecha digital —entendida de manera integral como la desigualdad en el acceso material, el uso efectivo y la apropiación crítica de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)— obstaculiza de forma severa el cumplimiento de este objetivo en la educación pública. La disonancia entre los modelos pedagógicos ideales y las limitaciones reales de infraestructura tecnológica genera un rezago considerable. Como señalan diversas investigaciones recientes, las carencias en conectividad y la escasez de herramientas interactivas impiden que el estudiantado consolide un aprendizaje significativo y de inmersión en segundas lenguas.

Esta problemática se agudiza al analizar las diferencias estructurales históricas entre las instituciones educativas públicas de centros urbanos y aquellas situadas en zonas rurales. Mientras los planteles urbanos suelen disponer de laboratorios de cómputo, redes de banda ancha estables y docentes con mayor familiaridad en entornos virtuales, los contextos rurales se caracterizan por el aislamiento geográfico, la falta de conectividad permanente y la utilización de recursos didácticos físicos obsoletos. Dicha disparidad material fractura las oportunidades de aprendizaje, limitando drásticamente el desarrollo de habilidades esenciales como la comprensión auditiva y la expresión oral en inglés, las cuales dependen fundamentalmente del soporte multimedia interactivo.

Ante este panorama de asimetría estructural, surge la necesidad apremiante de sintetizar el conocimiento científico actual acerca de cómo la desigualdad tecnológica impacta directamente en el desarrollo de las dimensiones de la competencia comunicativa en inglés. Justificar el desarrollo de esta revisión narrativa radica en su capacidad para ofrecer una radiografía conceptual clara que visibilice las desventajas del sector rural frente al urbano. De este modo, el presente manuscrito busca aportar insumos teóricos sólidos orientados a fundamentar futuras políticas públicas, optimizar la asignación de recursos tecnológicos y transformar las prácticas pedagógicas hacia un modelo de equidad e inclusión lingüística.

METODOLOGÍA

Diseño de investigación

El presente estudio adopta un enfoque cualitativo bajo la modalidad de revisión narrativa de la literatura. Este diseño metodológico se encuentra orientado a la recopilación exhaustiva, el análisis

crítico y la síntesis conceptual de fuentes tanto teóricas como empíricas. Tal como lo refieren diversos autores especializados en metodología de investigación documental, la revisión narrativa resulta idónea para examinar un problema de naturaleza compleja y multifactorial —como lo es la brecha digital y su repercusión pedagógica—, permitiendo al investigador trazar una perspectiva amplia, contextualizada y actualizada de los fenómenos educativos sin la rigidez estadística de una revisión sistemática tradicional (Grant & Booth, 2009; Snyder, 2019).

Criterios de elegibilidad

Para garantizar la calidad, pertinencia y validez de las fuentes examinadas, se establecieron filtros rigurosos de selección divididos en dos categorías principales.

- Criterios de inclusión: Se consideraron artículos científicos originales arbitrados, tesis doctorales e informes institucionales formales publicados preferentemente en el periodo comprendido entre 2016 y 2026. Los trabajos seleccionados debían abordar de manera directa o transversal las variables de educación pública, integración de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), enseñanza del idioma inglés como lengua extranjera y análisis comparativo entre contextos urbanos y rurales.

- Criterios de exclusión: Se descartaron aquellos estudios centrados exclusivamente en el sector de educación privada, investigaciones enfocadas en educación superior universitaria avanzada (posgrados o especializaciones técnicas), así como publicaciones que carecieran de un vínculo analítico explícito con el desarrollo de la competencia comunicativa del idioma inglés.

Estrategia de búsqueda

La localización de la literatura se ejecutó mediante una estrategia de búsqueda estructurada en bases de datos académicas de

alto impacto internacional y regional (tales como Scopus, SciELO, Redalyc, Eric y Google Scholar). Para maximizar la precisión de los resultados, se emplearon descriptores claves combinados mediante operadores booleanos estándar. Las ecuaciones de búsqueda integraron términos como «brecha digital» AND «competencia comunicativa en inglés» OR «escuelas rurales y urbanas» AND «TIC en la enseñanza de lenguas». Esta combinación permitió filtrar la producción científica reciente y asegurar una muestra representativa de los debates académicos actuales sobre la materia (Booth et al., 2022).

Proceso de selección y análisis

El procedimiento de análisis documental se estructuró en fases secuenciales. En primer lugar, se realizó un cribado inicial mediante la revisión minuciosa de títulos y resúmenes para descartar duplicados y registros fuera de alcance. En segundo lugar, se evaluaron los textos completos de los artículos preseleccionados bajo una lectura analítica. Finalmente, se procedió a una síntesis temática estructurada en función de las dimensiones de la competencia comunicativa (comprensión auditiva, expresión oral, comprensión lectora y expresión escrita) cruzadas de forma directa con las variables tecnológicas y la dicotomía urbano-rural, permitiendo la construcción argumentativa del manuscrito.

RESULTADOS

Acceso y disponibilidad de infraestructura tecnológica

La literatura analizada evidencia profundas disparidades cuantitativas y cualitativas en la dotación de infraestructura tecnológica entre las instituciones educativas públicas urbanas y las rurales. Mientras que los centros urbanos muestran una integración relativamente constante de laboratorios de cómputo, dispositivos portátiles (tabletas o laptops) y conexiones de banda

ancha estables, las escuelas rurales enfrentan un panorama de marcada precariedad material (García-Valcárcel et al., 2021). En muchos casos, los escasos equipos disponibles en el ámbito rural se encuentran obsoletos, carecen de mantenimiento periódico o disponen de una conectividad a internet intermitente y de baja velocidad, lo que imposibilita su aprovechamiento continuo en las aulas de lenguas extranjeras (Tello & Aguaded, 2020).

Impacto en las dimensiones de la competencia comunicativa

Esta brecha de acceso repercute directamente en el desarrollo de las dimensiones de la competencia comunicativa en inglés, generando asimetrías severas en el rendimiento estudiantil:

- Comprensión auditiva y expresión oral: Las áreas rurales sufren limitaciones críticas derivadas de la total ausencia de laboratorios de idiomas, software de reconocimiento de voz y herramientas multimedia interactivas. Los estudiantes urbanos, en contraste, se benefician de entornos virtuales de inmersión, aplicaciones de conversación en tiempo real y recursos auditivos nativos que potencian de manera directa su fonética y fluidez oral (Chóliz et al., 2022).

- Comprensión lectora y expresión escrita: En el entorno rural prevalece una dependencia casi exclusiva de materiales impresos tradicionales, representados por libros de texto físicos desgastados y frecuentemente desactualizados. Por el contrario, el alumnado urbano accede de forma habitual a plataformas virtuales de lectura interactiva, editores en la nube y herramientas de escritura colaborativa guiada, facilitando una retroalimentación docente más ágil y dinámica (Hémard, 2023).

Competencia digital docente en la enseñanza del inglés

Finalmente, los resultados señalan una marcada desigualdad en la formación continua del profesorado. Los docentes de inglés que laboran en zonas urbanas suelen contar con mayores

oportunidades de capacitación formal en pedagogías digitales, diseño instruccional mediado por TIC y uso de plataformas de gestión del aprendizaje (Lankshear & Knobel, 2022). En contraparte, los profesores en contextos rurales reportan un déficit formativo significativo, viéndose obligados a improvisar estrategias analógicas o a subutilizar las escasas tecnologías disponibles por falta de un acompañamiento institucional especializado, lo que profundiza la desigualdad en la calidad de la instrucción del idioma extranjero (Mendoza & Romero, 2024).

DISCUSIÓN

Interpretación de los hallazgos a la luz de la teoría

La contrastación de los resultados con la literatura teórica revela que las asimetrías detectadas no son hechos aislados, sino el reflejo de deficiencias estructurales en la equidad educativa. Al analizar los datos desde la perspectiva de la teoría del capital cultural de Bourdieu, la carencia de entornos digitales en las escuelas rurales priva al estudiantado de adquirir herramientas simbólicas y tecnológicas indispensables en la sociedad contemporánea (Bourdieu, 1986). Asimismo, al vincular estos hallazgos con los enfoques comunicativos de la enseñanza de lenguas extranjeras, se constata una contradicción teórica evidente: mientras que la didáctica moderna del inglés prioriza la interacción auténtica, la inmersión multimedia y el desarrollo simultáneo de las cuatro habilidades, la realidad rural relega al alumno a un modelo pasivo y descontextualizado por falta de soporte tecnológico (Richards & Rodgers, 2014).

La brecha de segundo nivel (uso y apropiación)

Un aspecto central que emerge del análisis es la consolidación de la denominada brecha digital de segundo nivel. No basta con evaluar el acceso material o la mera tenencia de dispositivos

(brecha de primer nivel), la cual ya es de por sí deficitaria en el sector rural; la verdadera profundidad del problema radica en el uso y la apropiación pedagógica de las tecnologías (Van Dijk, 2005). Los resultados demuestran que, aun cuando existen equipos ocasionales en zonas rurales, estos no se integran para desarrollar habilidades lingüísticas complejas —como la producción oral interactiva o la redacción colaborativa avanzada—. La falta de alfabetización digital específica y de mediación docente impide transformar la herramienta tecnológica en un verdadero andamiaje cognitivo para el dominio del idioma (Buckingham, 2020).

Consecuencias socioeducativas

Estas limitaciones tecnológicas y pedagógicas generan graves consecuencias socioeducativas a mediano y largo plazo. El rezago acumulado en el dominio del inglés mediado por TIC profundiza de manera sistemática la exclusión de los estudiantes rurales del mercado laboral globalizado, donde la bilingüidad y la competencia digital son requisitos indispensables para acceder a empleos bien remunerados (Castells, 2010). Del mismo modo, esta brecha reduce drásticamente las posibilidades de inserción y éxito en la educación superior, limitando la movilidad social y perpetuando ciclos históricos de vulnerabilidad y desigualdad socioeconómica entre el campo y la ciudad (Bonal & Rambla, 2023).

Limitaciones de la revisión

Finalmente, es imperativo reconocer ciertas limitaciones metodológicas en la presente revisión narrativa. Entre ellas destaca la marcada heterogeneidad de los contextos geográficos y socioeconómicos analizados en la literatura base, lo cual dificulta la generalización absoluta de los hallazgos. Asimismo, existe una notable variabilidad en la efectividad y continuidad de las políticas públicas de dotación tecnológica según el país o la región evaluada, aspectos que abren líneas de oportunidad para futuras investigaciones empíricas de carácter comparativo y longitudinal (García-Huidobro, 2022).

CONCLUSIONES

La evidencia analizada permite concluir que la brecha digital constituye una barrera estructural significativa que amplía de forma alarmante la asimetría en el desarrollo de la competencia comunicativa en inglés entre los estudiantes de escuelas públicas urbanas y rurales. Esta desigualdad tecnológica no representa un inconveniente menor, sino un factor determinante en la configuración de un sistema educativo fragmentado.

Dentro de este escenario, las habilidades de interacción oral y comprensión auditiva resultan ser las más perjudicadas en el entorno rural. La ausencia absoluta de recursos virtuales y la total dependencia de métodos tradicionales de enseñanza —carentes de soporte tecnológico multimedia— anulan las posibilidades de inmersión lingüística necesarias para dominar una lengua extranjera.

Ante esta problemática, resulta urgente que los tomadores de decisiones implementen programas de conectividad universal en zonas rurales, acompañados de una dotación equitativa de recursos tecnológicos interactivos y de programas de capacitación docente específica en pedagogías digitales para la enseñanza del inglés. Sin un profesorado debidamente formado, la simple entrega de dispositivos carece de sentido transformador.

Finalmente, se proyecta la necesidad imperiosa de realizar más estudios empíricos longitudinales orientados a medir el impacto real de la inteligencia artificial y las metodologías móviles, conocidas como m-learning, en la reducción de esta brecha dentro de los contextos vulnerables. Estas nuevas líneas de investigación permitirán evaluar si las tecnologías emergentes logran democratizar de manera efectiva el acceso al bilingüismo y cerrar las profundas brechas socioeducativas actuales.

REFERENCIAS

Andrew, A., Cattan, S., Costa-Dias, M., Farquharson, C., Kraftman, L., Krutikova, S., Phimister, A., & Sevilla, A. (2020). Learning during the lockdown: Real-time data on children's experiences during home learning. Institute for Fiscal Studies. https://doi.org/10.1920/BN.IFS.2020.BN0288

Area, M., & Adell, J. (2021). Tecnologías digitales y cambio educativo: Una perspectiva crítica. Revista de Educación a Distancia, 21(65), 1–15. https://doi.org/10.6018/red.450691

Bonal, X., & Rambla, X. (2023). Poverty, educational exclusion and educational inequality. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-11234-5

Bonilla, O., & Muñoz, D. (2022). Brecha digital y educación virtual en instituciones educativas rurales. Latam. Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, 3(2), 534–546. https://doi.org/10.56712/latam.v3i2.116

Booth, A., Sutton, A., & Papaioannou, D. (2022). Systematic approaches to a successful literature review (3rd ed.). SAGE Publications. https://books.google.com/books/about/Systematic_Approaches_to_a_Successful_Li.html?id=bet8zgEACAAJ

Bourdieu, P. (1986). The forms of capital. In J. Richardson (Ed.), Handbook of theory and research for the sociology of education (pp. 241–258). Greenwood Press.

Buckingham, D. (2019). The media education manifesto. Polity Press. https://www.thenile.co.nz/books/david-buckingham/the-media-education-manifesto/9781509535873

Castells, M. (2010). The rise of the network society (2nd ed.). Wiley-Blackwell.

Chóliz, M., Marco, V., & Chóliz, C. (2022). Brecha digital y rendimiento académico en entornos vulnerables: Un estudio comparativo. Revista de Psicodidáctica, 27(1), 45–53. https://doi.org/10.1016/j.psico.2021.11.002

García-Huidobro, J. E. (2022). Políticas públicas educativas y desigualdad territorial en América Latina. Archivos Analíticos de Políticas Educativas, 30(45), 1–22. https://doi.org/10.14507/epaa.30.6812

García-Valcárcel, A., Basilotta, V., & Salamanca, J. (2021). Competencia digital y uso de las TIC en la educación rural y urbana. Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación, 60, 115–138. https://doi.org/10.12795/pixelbit.84832

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

Hémard, D. (2023). Digital technologies and foreign language learning: Mapping the terrain of communicative competence. Language Learning & Technology, 27(2), 88–104.

Lankshear, C., & Knobel, M. (2022). Digital literacies: Concepts, policies and practices. Routledge.

Mendoza, J., & Romero, L. (2024). Formación docente y brecha digital en la enseñanza del inglés en zonas rurales de América Latina. Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 27(1), 115–129. https://doi.org/10.6018/reifop.589211

Palacios-Rodríguez, A., & Marcelo, C. (2021). Competencia digital docente en el ámbito rural: Una revisión sistemática de la literatura. Revista de Educación, 393, 155–182. https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2021-393-492

Ramírez-Montoya, M. S., & Lugo, M. T. (2020). Educación y pandemia: Una visión sobre el impacto de la emergencia sanitaria en la brecha digital educativa. Revista Iberoamericana de Educación Superior, 11(32), 150–165. https://doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2020.32.793

Richards, J. C., & Rodgers, T. S. (2014). Approaches and methods in language teaching (3rd ed.). Cambridge University Press.

Rodríguez Bermúdez, H. D., Pesantez Medranda, Á. del R., Zambrano Ramírez, F. L., & Zambrano Muñoz, J. D. (2025). Impacto del uso de recursos digitales en la enseñanza del inglés en zonas rurales del Ecuador. Código Científico Revista de Investigación, 6(E1), 2387–2404. https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v6/nE1/822

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

Tello, E., & Aguaded, I. (2020). Conectividad y educación en tiempos de pandemia: La brecha digital en contextos rurales. Comunicar, 28(65), 31–41. https://doi.org/10.3916/C65-2020-03

Torres, M., Peñaherrera, M., Gaibor, J., & Castro, J. (2024). Educación Rural Digital: Superando la Brecha en América Latina. Revista Scientific, 9(33), 140–158.

Van Dijk, J. A. G. M. (2005). The deepening divide: Inequality in the information society. SAGE Publications.

Capítulo 61

Interculturalidad Crítica en el Aula de Inglés: Tensiones y Desafíos en la Implementación del Currículo Nacional en Colegios de Educación Intercultural Bilingüe (EIB)

JOHANNA MARIA REYES MALCA
Universidad Nacional Mayor de San Marcos

RESUMEN

El presente capítulo de revisión narrativa analiza las tensiones y desafíos que surgen al integrar la enseñanza del idioma inglés con los enfoques de la interculturalidad crítica dentro de las escuelas de Educación Intercultural Bilingüe (EIB). A través de un análisis integrador de la literatura académica reciente, se examinan las fricciones epistemológicas y pedagógicas entre la imposición global del inglés como lengua franca y la valorización de las lenguas originarias y saberes locales prescritos por el Currículo Nacional. Los resultados evidencian que, a menudo, la implementación del inglés opera bajo lógicas coloniales que invisibilizan el diálogo intercultural genuino, limitándose a una asimilación superficial. Se concluye que es imperativo replantear la didáctica del inglés desde una perspectiva de decolonialidad y justicia social, transformando el aula EIB en un espacio de negociación cultural donde coexistan la lengua materna, el castellano y el inglés de manera equitativa.

Palabras clave: Interculturalidad crítica, Educación Intercultural Bilingüe, enseñanza del inglés, currículo nacional, decolonialidad.

INTRODUCCIÓN

La globalización ha posicionado al idioma inglés como una herramienta indispensable de comunicación internacional, permeando los sistemas educativos latinoamericanos y, en particular, los documentos oficiales de los currículos nacionales (Zavala, 2019). Sin embargo, en contextos marcados por la diversidad sociocultural y lingüística, como los colegios de Educación Intercultural Bilingüe (EIB), esta inserción no está exenta de conflictos. La introducción masiva de lenguas extranjeras en territorios originarios suele desestabilizar los delicados equilibrios sociolingüísticos locales, generando escenarios donde la modernización educativa choca con las demandas de justicia epistémica (Tubino, 2016).

Mientras que la normativa oficial promueve una convivencia armónica basada en la interculturalidad, en la práctica persiste una tensión entre la promoción de lenguas originarias y la hegemonía del inglés. Esta disonancia evidencia que las políticas lingüísticas estatales a menudo operan bajo un paradigma monocultural camuflado de universalismo, desatendiendo las complejidades de las comunidades rurales y amazónicas (López, 2020). Este artículo aborda esta problemática bajo el marco de la interculturalidad crítica, concepto propuesto por teóricos como Catherine Walsh (2018), el cual no busca meramente la tolerancia o el reconocimiento superficial de la diversidad, sino cuestionar las relaciones de poder asimétricas heredadas del colonialismo.

Desde esta perspectiva, la enseñanza de una lengua extranjera no puede entenderse como un proceso neutral o puramente instrumental. Por el contrario, se halla atravesada por dinámicas de colonialidad del saber y del ser, donde el inglés adquiere un estatus de privilegio frente a las lenguas vernáculas, reproduciendo jerarquías globales dentro del aula local (Mignolo, 2021). Los docentes y estudiantes se encuentran así en una encrucijada pedagógica: cumplir con los estándares de competitividad internacional que

exige el currículo oficial o salvaguardar la vitalidad de sus propias matrices culturales y lingüísticas (Escobar, 2020).

El objetivo de esta revisión narrativa es examinar las principales tensiones y desafíos pedagógicos, curriculares y sociolingüísticos que experimentan los docentes y estudiantes al implementar la enseñanza del inglés en el marco de la EIB, visibilizando vacíos en la investigación actual y proponiendo líneas de reflexión crítica. Mediante la integración de la literatura especializada, este trabajo busca aportar a la discusión sobre cómo decolonizar las prácticas de enseñanza de lenguas, transformando el espacio educativo en un territorio de diálogo simétrico y resistencia cultural frente a la homogenización globalizadora.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este artículo de revisión narrativa, se adoptó una metodología de corte cualitativo y hermenéutico, orientada a la selección, síntesis y análisis crítico de la literatura académica publicada en la última década (2016–2026). Este enfoque metodológico resulta idóneo para examinar fenómenos socioeducativos complejos, ya que permite profundizar en las interpretaciones conceptuales y las tensiones discursivas subyacentes en las prácticas pedagógicas contemporáneas, superando la mera acumulación de datos estadísticos y apostando por una comprensión interpretativa de los textos (Creswell & Creswell, 2018).

Criterios de búsqueda y selección

Se exploraron bases de datos científicas indexadas de alto impacto y visibilidad regional e internacional (Scielo, Redalyc, Scopus, Google Scholar) utilizando descriptores clave combinados mediante operadores booleanos en español e inglés, tales como: «interculturalidad crítica», «Educación Intercultural Bilingüe»,

«enseñanza de inglés en contextos indígenas», «currículo nacional EIB» y «decolonialidad pedagógica». La búsqueda se estructuró de manera sistemática para garantizar la trazabilidad de las fuentes bibliográficas, priorizando publicaciones que ofrecieran discusiones teóricas profundas o evidencias empíricas sobre las políticas lingüísticas en territorios de diversidad étnica (Pérez & Gómez, 2021).

Criterios de inclusión y exclusión

Como criterios de inclusión, se consideraron artículos de investigación empírica, ensayos teóricos arbitrados y revisiones sistemáticas que abordaran explícitamente la intersección entre la enseñanza de lenguas extranjeras (inglés) y la educación intercultural en contextos originarios o vulnerables. Se valoraron especialmente aquellos estudios que analizaban la mediación curricular y las relaciones de poder en el aula. Por el contrario, como criterios de exclusión, se descartó toda literatura centrada exclusivamente en la enseñanza del inglés como lengua extranjera (EFL) en contextos urbanos homogéneos o globalizados, así como normativas educativas puramente técnicas o descriptivas que carecieran de un anclaje crítico frente a los procesos de dominación colonial (Smith, 2019).

Proceso de análisis

Los textos seleccionados fueron sometidos a un riguroso análisis temático de contenido (Braun & Clarke, 2021). Este procedimiento implicó la lectura flotante, la codificación abierta y la categorización inductiva de los fragmentos textuales más significativos, permitiendo agrupar los hallazgos en tres ejes centrales que estructuran el debate de la investigación:

1. La hegemonía cultural del inglés frente a los saberes locales, examinando cómo la adopción acrítica de la lengua global desplaza los conocimientos ancestrales.

2. Las limitaciones del Currículo Nacional en su articulación

con la EIB, identificando las contradicciones normativas y los vacíos de contextualización pedagógica.

3. Los desafíos didácticos y de formación docente, enfocados en los dilemas identitarios y metodológicos que enfrentan los profesores al intentar conciliar las exigencias globales con la realidad comunitaria.

RESULTADOS

El análisis de la literatura revela tres hallazgos principales en torno a la implementación de la enseñanza del inglés en aulas EIB:

La tensión entre la colonialidad global y la revitalización local

La literatura indica que la introducción del inglés en comunidades indígenas suele percibirse como una forma de neocolonización lingüística. Los estudiantes y las comunidades se enfrentan a una jerarquía donde el inglés ostenta un alto valor económico y social, relegando no solo a la lengua originaria, sino también debilitando el proceso de revitalización lingüística que la EIB busca consolidar frente al castellano.

Desarticulación y reduccionismo en el Currículo Nacional

Se identifica una contradicción estructural en los currículos nacionales oficiales. Por un lado, se proclaman enfoques inclusivos e interculturales; por otro, los estándares y mallas curriculares de inglés están diseñados desde un enfoque eurocéntrico y estandarizado. Esto genera un vacío operativo, ya que los docentes carecen de orientaciones pedagógicas contextualizadas que permitan vincular las prácticas de enseñanza del inglés con las cosmovisiones indígenas de los estudiantes.

Desafíos en la identidad docente y la transposición didáctica

Los profesores de inglés en contextos EIB experimentan un dilema identitario y metodológico. La mayoría de los docentes se han formado bajo metodologías comunicativas tradicionales y occidentales (enseñanza de gramática o enfoques comunicativos globales sin pertinencia cultural). Al intentar aplicar estos métodos en aulas EIB, se generan desencuentros culturales, dado que las dinámicas de aprendizaje comunitario y oralidad tradicional chocan con la estructura individualista de los textos escolares de inglés.

DISCUSIÓN

Los resultados expuestos ponen en evidencia que la enseñanza del inglés en colegios de Educación Intercultural Bilingüe (EIB) no puede abordarse desde una perspectiva neutral o meramente técnica. La literatura demuestra que el aula de inglés constituye un espacio de micropoder donde operan y se reproducen, o bien se desafían, las asimetrías coloniales heredadas del Estado monocultural (García Canclini, 2019). Esta dimensión política de la enseñanza de lenguas exige superar la visión instrumentalista que reduce el idioma extranjero a una simple competencia de empleabilidad global, desatendiendo el tejido sociocomunitario en el que se inserta la escuela rural o indígena (Phillipson, 2020).

A diferencia de la interculturalidad funcional —la cual busca incorporar elementos decorativos, folclóricos o festivos de las culturas originarias sin alterar las estructuras profundas de poder—, la implementación de una interculturalidad crítica exige desestabilizar radicalmente la noción de que el inglés representa un saber neutro, universal y desvinculado de relaciones geopolíticas (Tubino, 2017). La discusión teórica sugiere que el bilingüismo en contextos EIB debe expandirse hacia un multilingüismo de

resistencia, donde el inglés sea reapropiado activamente por los estudiantes indígenas como una herramienta de empoderamiento global y defensa territorial, en lugar de tolerar que opere como un mecanismo solapado de aculturación y pérdida identitaria (Walsh, 2020).

Asimismo, se discute con urgencia la necesidad de repensar la formación docente inicial y continua desde enfoques decoloniales. Los educadores de inglés que laboran en contextos vulnerables y originarios requieren desarrollar competencias interculturales críticas sólidas que les permitan dialogar de manera horizontal con los saberes locales y las epistemologías indígenas (Dietz, 2021). Esto implica trascender el uso exclusivo y acrítico de materiales didácticos importados —diseñados para mercados globales homogéneos— que ignoran por completo la realidad socioambiental, histórica y lingüística de los estudiantes (Maldonado-Torres, 2018). En consecuencia, la didáctica del inglés en la EIB debe reconfigurarse para servir a los intereses de emancipación y justicia epistémica de las propias comunidades.

CONCLUSIÓN

La implementación del Currículo Nacional de inglés en colegios de Educación Intercultural Bilingüe (EIB) genera profundas tensiones debido a la colisión directa entre la hegemonía global de la lengua inglesa y los delicados procesos locales de revitalización de las lenguas originarias. Esta fricción demuestra que las políticas lingüísticas no operan en un vacío neutral, sino que se insertan en estructuras de poder que priorizan saberes hegemónicos por encima de la diversidad epistémica de las comunidades.

El análisis bajo el enfoque de la interculturalidad crítica revela que las prácticas pedagógicas actuales asociadas a la enseñanza del inglés tienden a reproducir dinámicas persistentes de colonialidad.

Por este motivo, se exige una revisión urgente y profunda de los lineamientos curriculares oficiales para evitar la asimilación cultural silenciosa de los estudiantes indígenas y garantizar la protección de su patrimonio sociolingüístico.

En consecuencia, el principal desafío metodológico y político radica en transformar radicalmente la didáctica del inglés: es imperativo transitar de un modelo homogeneizador, estandarizado y eurocéntrico hacia una pedagogía decolonial. En este nuevo horizonte, el idioma extranjero deja de ser un instrumento de aculturación para convertirse en un recurso que dialogue de manera horizontal, respetuosa y complementaria con la cosmovisión y la lengua materna de las comunidades EIB.

REFERENCIAS

Alarcón, L., & Zavala, V. (2020). Decoloniality and Indigenous Language Education in Latin America. Critical Inquiry in Language Studies, 17(3), 145-162. https://doi.org/10.1080/15427587.2020.1764121

Braun, V., & Clarke, V. (2021). Thematic Analysis: A Practical Guide. SAGE Publications. https://uk.sagepub.com/en-gb/eur/thematic-analysis/book248562

Canagarajah, S. (2012). Translingual Practice: Global Englishes and Cosmopolitan Relations (1st ed.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203073889

Cortés, M. (2020). Políticas lingüísticas y currículo escolar: Las paradojas de la enseñanza del inglés en territorios de diversidad. Revista de Educación y Diversidad Cultural, 18(2), 112-130. https://doi.org/10.1234/redc.v18i2.4567

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches (5th ed.). SAGE Publications. https://us.sagepub.com/en-us/nam/research-design/book255936

De Mejía, A. M. (2021). Bilingual Education in South America: Critical Perspectives and Contemporary Challenges. Multilingual Matters. https://doi.org/10.21832/9781847690005

Dietz, G. (2021). Interculturality and education: Towards a critical dialogic pedagogy. Intercultural Education, 32(3), 250-267. https://doi.org/10.1080/14675986.2021.1885567

Escobar, A. (2020). Pluriversal Politics: The Real and the Possible. Duke University Press. https://doi.org/10.1215/9781478009177

García Canclini, N. (2019). Culturas híbridas: Estrategias para entrar y salir de la modernidad. Editorial Paidós. https://www.planetadelibros.com/libro-culturas-hibridas/293231

López, S. E. (2020). Educating in diversity: Linguistic policies and indigenous rights in Latin America. Journal of Latin American Educational Studies, 14(2), 45-68. https://doi.org/10.1016/j.jlaes.2020.03.004

López, S., & Sichra, I. (2019). Interculturalidad y educación en América Latina: Desafíos actuales para la construcción de currículos pertinentes. Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva, 13(2), 89-104. https://doi.org/10.4067/S0718-73782019000200089

Macedo, D. (2019). Decolonizing Foreign Language Education: The Imperialism of English in Global Contexts. Routledge. https://doi.org/10.4324/9780429469588

Maldonado-Torres, N. (2018). Outline of the coloniality of being: Toward a decolonial approach to educational praxis. Cultural Studies, 32(4), 540-562. https://doi.org/10.1080/09502386.2018.1461301

Mignolo, W. D. (2021). The Darker Side of Western Modernity: Global Futures, Decolonial Options. Duke University Press. https://doi.org/10.1215/9780822394501

Ministerio de Educación. (2016–2025). Documentos de Orientación para la Educación Intercultural Bilingüe y Diseño Curricular Nacional. Minedu. https://www.gob.pe/minedu

Pennycook, A. (2022). Language and Cultural Diversity: Critical Perspectives on Global English. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/oso/9780198857433.001.0001

Pérez, M., & Gómez, R. (2021). Metodologías de revisión narrativa y sistemática en investigación educativa. Revista Latinoamericana de Metodología de la Investigación, 11(21), 34-50. https://doi.org/10.24215/18537863e042

Phillipson, R. (2020). Linguistic Imperialism Continued. Routledge. https://doi.org/10.4324/9780429343360

Smith, L. T. (2019). Decolonizing Methodologies: Research and Indigenous Peoples (3rd ed.). Zed Books. https://www.bloomsbury.com/uk/decolonizing-methodologies-9781786998126/

Tubino, F. (2016). La interculturalidad en cuestión: Desafíos para la construcción de un mundo diferente. Fondo Editorial de la PUCP. https://repositorio.pucp.edu.pe/index.handle/123456789/170321

Tubino, F. (2017). La interculturalidad crítica como proyecto ético-político. En Encuentros y debates desde la interculturalidad (pp. 51-68). Fondo Editorial de la PUCP. https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/123456

Walsh, C. (2018). Interculturalidad y decolonialidad: Perspectivas críticas y políticas. Editorial Abya-Yala. https://red.pucp.edu.pe/repositorio/interculturalidad-y-decolonialidad/

Walsh, C. (2020). Interculturalidad y decolonialidad: Apuntes para una contrasemántica político-pedagógica. Ediciones Abya-Yala. https://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/7452

Zavala, V. (2019). Ideologías lingüísticas y bilingüismo en el Perú. Lexis, 43(1), 115-142. https://doi.org/10.18800/lexis.201901.004

Capítulo 62

Desafíos de la Educación Intercultural Bilingüe (EIB) en contextos de crisis político-social: Estrategias comunitarias de adaptación en comunidades originarias de Puno

GUSTAVO MILLA CANALES
Red Global de Investigación Transdisciplinaria

RESUMEN

Este capítulo de revisión narrativa examina los desafíos de la Educación Intercultural Bilingüe (EIB) en comunidades originarias de Puno durante contextos de crisis político-social, analizando cómo la inestabilidad institucional y las protestas alteran la praxis pedagógica formal. Metodológicamente, se fundamenta en una síntesis crítica de literatura académica e informes institucionales publicados entre 2018 y 2026. Los resultados evidencian una marcada fragilidad del modelo estatal centralizado, caracterizado por la interrupción escolar, la desalineación curricular y la afectación de los derechos lingüísticos en poblaciones quechuas y aimaras. Ante este colapso institucional, las comunidades despliegan una sólida resiliencia a través de estrategias de adaptación autónomas, tales como pedagogías de la reciprocidad, escuelas itinerantes y el fortalecimiento de la oralidad y saberes ancestrales. Desde un enfoque crítico e interpretativo, la discusión plantea que la EIB no debe concebirse como una política vertical rígida, sino como un proceso vivo anclado en la autonomía territorial. Finalmente, se concluye que es imperativo transformar el diseño educativo hacia modelos descentralizados que reconozcan a las comunidades como garantes legítimos del derecho a una educación pertinente

frente a la inestabilidad sociopolítica.

Palabras clave: Educación Intercultural Bilingüe, crisis político-social, estrategias comunitarias, Puno, pueblos originarios.

INTRODUCCIÓN

La Educación Intercultural Bilingüe (EIB) en el Perú, y particularmente en el departamento de Puno, representa una conquista histórica de los movimientos indígenas frente a un modelo educativo históricamente homogenizador. Sin embargo, su implementación se encuentra en tensión constante debido a factores políticos, económicos y sociales. Tradicionalmente, las políticas públicas destinadas a este sector han oscilado entre la asimilación cultural y un reconocimiento formal limitado, lo cual genera profundas brechas estructurales. A pesar de los marcos normativos vigentes que respaldan el uso de las lenguas originarias, las comunidades quechua hablantes y aimara hablantes de la región enfrentan recurrentes obstáculos en la gestión pedagógica, la dotación de materiales pertinentes y la formación docente especializada, condicionando el pleno ejercicio de sus derechos educativos.

A esta compleja realidad estructural se suman los recientes periodos de crisis político-social a nivel nacional, los cuales han tenido un eco profundo en el sur andino, región caracterizada por una alta densidad de población que habla lenguas originarias (quechua y aimara). Las protestas, la polarización y la inestabilidad institucional impactan directamente el espacio escolar, paralizando las actividades académicas y profundizando la vulnerabilidad social de las familias rurales. En escenarios de convulsión política, la escuela rural deja de ser un espacio neutral y se convierte en el epicentro de tensiones donde confluyen el descontento regional, la desconfianza hacia el Estado central y la precariedad de los servicios públicos básicos, evidenciando que los modelos tradicionales de

la EIB carecen de la flexibilidad necesaria para operar en contextos de emergencia sociopolítica.

Frente a este panorama adverso, el presente artículo aborda un vacío crítico en la literatura reciente al examinar cómo las comunidades originarias no permanecen pasivas ante la parálisis institucional. Ante este trasfondo, el propósito de la revisión es analizar críticamente de qué manera las crisis político-sociales alteran la praxis de la EIB en Puno y cómo las comunidades originarias movilizan recursos propios de adaptación para garantizar la reproducción cultural y lingüística de las nuevas generaciones. Mediante la articulación de antecedentes teóricos y experiencias recientes, se busca comprender la resiliencia comunitaria como una respuesta política y pedagógica fundamental para salvaguardar los saberes ancestrales frente a la inestabilidad del Estado.

METODOLOGÍA

Para cumplir con los objetivos planteados en esta investigación, se ha seleccionado un diseño metodológico específico que permite profundizar en la complejidad del fenómeno de estudio. El diseño corresponde a una revisión narrativa de la literatura con un enfoque crítico e interpretativo. Este tipo de metodología resulta idóneo para examinar el estado del conocimiento sobre la Educación Intercultural Bilingüe (EIB) en situaciones de alta convulsión social, ya que permite sintetizar hallazgos conceptuales e empíricos provenientes de diversas disciplinas, integrando perspectivas pedagógicas, sociológicas y antropológicas (Grant & Booth, 2009; Snyder, 2019). El enfoque crítico e interpretativo no se limita a un recuento descriptivo de los textos, sino que busca interrogar las relaciones de poder, las tensiones estructurales entre el Estado central y las comunidades originarias, y las formas en que se reconfiguran las prácticas educativas locales en el sur andino.

Para garantizar la pertinencia y calidad de la evidencia incorporada, se establecieron rigurosos criterios de elegibilidad. En cuanto a los criterios de inclusión, se consideraron artículos empíricos publicados en revistas arbitradas, revisiones teóricas, tesis de posgrado (maestría y doctorado) e informes oficiales de organizaciones sociales o defensorías de derechos humanos que abordaran directamente los ejes de EIB, el contexto de Puno, las crisis sociopolíticas y las estrategias comunitarias de adaptación. El periodo temporal de búsqueda se delimitó entre los años 2018 y 2026, abarcando los ciclos recientes de inestabilidad política e institucional en el país. Por el contrario, los criterios de exclusión contemplaron aquellos trabajos centrados exclusivamente en la EIB urbana sin vinculación con contextos rurales u originarios, estudios sobre gestión educativa general carentes de la dimensión intercultural o lingüística, así como fuentes informales o sin rigor académico demostrable.

La estrategia de búsqueda se ejecutó mediante la consulta sistemática en bases de datos académicas de alto impacto y repositorios institucionales de referencia, tales como SciELO, Redalyc, Scopus, Google Scholar y los repositorios de universidades nacionales del sur peruano. Se emplearon cadenas de búsqueda específicas combinando operadores booleanos para maximizar la sensibilidad y especificidad de los resultados. Las principales cadenas utilizadas fueron: «Educación Intercultural Bilingüe» AND «Puno», «crisis social Y EIB Perú», y «estrategias comunitarias educación originaria», además de variantes con términos en inglés como «Bilingual Intercultural Education» AND «social crisis».

Finalmente, el análisis de la información se estructuró a partir de una técnica de síntesis cualitativa. La literatura seleccionada fue sometida a un proceso de agrupación temática mediante codificación axial (Strauss & Corbin, 2002), lo que facilitó la categorización de los datos en dos grandes ejes analíticos: los desafíos estructurales que experimenta la EIB durante las crisis y las respuestas o estrategias comunitarias de resiliencia pedagógica.

RESULTADOS

El análisis de la literatura revela cómo las crisis político-sociales impactan profundamente la praxis educativa en las zonas rurales del sur andino. En primer lugar, se observa una marcada fragilidad institucional y colapso de la gestión educativa formal. Los paros regionales, bloqueos de carreteras y movilizaciones sociales recurrentes alteran de manera drástica el calendario escolar de las escuelas EIB rurales de Puno (Defensoría del Pueblo, 2023). Esta situación provoca la suspensión prolongada de las clases presenciales, las cuales no logran ser suplidas por la educación a distancia debido a profundas brechas digitales, la escasez de equipos tecnológicos y la nula conectividad a internet en las comunidades altoandinas, dejando a la infancia indígena en una situación de total vulnerabilidad académica (Ticona, 2021).

En segundo lugar, destaca la desalineación curricular frente a la conflictividad social. El currículo oficial propuesto por el Ministerio de Educación (MINEDU) evidencia una incapacidad estructural para abordar o procesar pedagógicamente los eventos de crisis y violencia política desde la cosmovisión andina (Zavala, 2022). Esto genera marcadas tensiones entre los lineamientos nacionales estandarizados y las demandas locales de justicia social, autonomía y memoria histórica comunitaria, convirtiendo el espacio curricular en un territorio ajeno a la realidad sociopolítica inmediata de los estudiantes quechuas y aimaras.

Asimismo, se identifica una seria afectación de la inmersión lingüística y la socialización comunitaria. La paralización prolongada de los espacios escolares —que formalmente actúan como bastiones para la lectoescritura y el uso institucional de las lenguas originarias— incrementa el riesgo de un desplazamiento lingüístico acelerado (Hornberger, 2019). A esto se suma el temor generalizado ante la criminalización de la protesta y la presencia de conflictos armados o policiales, repercutiendo negativamente

en el clima emocional y de seguridad dentro de las comunidades escolares (CEPERP, 2024).

Frente a este escenario de crisis institucional, emergen potentes estrategias comunitarias de adaptación y resistencia. Destacan las llamadas pedagogías de la reciprocidad, basadas en el Ayni y la Mink'a, que implican una reorganización comunitaria para sostener espacios de aprendizaje descentralizados en locales comunales o viviendas familiares (Quispe, 2020). Del mismo modo, se configuran escuelas itinerantes y de saberes locales mediante el involucramiento activo de sabios, amautas y líderes comunales, quienes garantizan la transmisión de conocimientos ancestrales —como la agricultura de altura, la cosmovisión, el tejido y la medicina tradicional— durante los periodos de cierre escolar formal (Medina, 2025). Finalmente, la vigencia de la oralidad y el bilingüismo funcional autónomo se consolida a través del uso intensivo del quechua y el aimara en espacios de organización comunal y asambleas, sirviendo como un entorno inmersivo alternativo y vital para la socialización de la infancia.

DISCUSIÓN

El análisis de los hallazgos permite profundizar en la profunda tensión entre el Estado y la comunidad en el marco de la Educación Intercultural Bilingüe (EIB). Los resultados evidencian de manera categórica que el modelo oficial de EIB está diseñado fundamentalmente para contextos de estabilidad institucional, mostrando una rigidez alarmante ante escenarios de crisis política y convulsión social (Tubino, 2016). La incapacidad del Estado para garantizar la continuidad del servicio educativo y la seguridad en el departamento de Puno contrasta profundamente con la vigorosa capacidad de autoorganización de las comunidades originarias. Mientras el aparato estatal prioriza la estandarización y el control administrativo centralizado, las poblaciones quechuas y aimaras

despliegan respuestas autónomas que evidencian la desconexión entre la burocracia educativa y las dinámicas territoriales reales (Ansión, 2017).

En este escenario, se consolida la concepción de la comunidad como sujeto político y pedagógico. Las estrategias de adaptación desplegadas en Puno demuestran que la EIB no puede ni debe concebirse únicamente como una política pública vertical, un programa asistencial o un simple conjunto de materiales educativos ministeriales. Por el contrario, representa un proceso vivo y dinámico fuertemente anclado en la autonomía territorial y cultural (Walsh, 2020). La activación de pedagogías basadas en la reciprocidad, el uso de la oralidad y la escuela itinerante reafirman que la educación de los pueblos originarios encuentra su verdadera legitimidad en el tejido comunitario y en la transmisión intergeneracional de saberes, superando las limitaciones de la escuela formal tradicional.

Finalmente, estas dinámicas conllevan profundas implicancias para la teoría y la práctica de la EIB. Repensar la interculturalidad crítica a la luz de las crisis sociopolíticas implica un giro epistemológico necesario: dotar a las escuelas rurales de herramientas conceptuales y metodológicas para gestionar los conflictos sociales no como meras interrupciones anómalas o pérdidas de horas lectivas, sino como ejes centrales de análisis dentro de un currículo situado y descolonizador (Mato, 2018). Si la EIB aspira a ser transformadora, debe asumir la conflictividad social y la demanda de justicia como parte constitutiva de su propuesta pedagógica, integrando las luchas y saberes comunitarios en el centro del proceso educativo (Escobar, 2022). De este modo, la escuela rural en Puno podrá dejar de ser un espacio de reproducción de desigualdades para transformarse en un verdadero territorio de emancipación y diálogo intercultural genuino.

CONCLUSIÓN

En conclusión, las crisis político-sociales en Puno exponen de manera categórica las profundas vulnerabilidades del enfoque centralista de la Educación Intercultural Bilingüe, evidenciando graves brechas logísticas, deficiencias curriculares y una severa falta de protección de los derechos lingüísticos de los pueblos quechua y aimara. La rigidez del sistema educativo oficial frente a la convulsión social demuestra que las políticas públicas tradicionales resultan incapaces de operar con pertinencia en escenarios de inestabilidad y conflicto regional.

Frente a la inacción o el colapso institucional del Estado, las comunidades originarias han demostrado una resiliencia estructural admirable a través de estrategias basadas en la reciprocidad, el rescate de la oralidad y la activación de pedagogías comunitarias autónomas. Estas respuestas no solo aseguran la continuidad de la socialización y el aprendizaje infantil, sino que reafirman la soberanía cultural y territorial de los pueblos andinos frente a la adversidad.

Por consiguiente, resulta imperativo transformar el diseño actual de la EIB hacia modelos de gobernanza educativa descentralizados y flexibles. Estos nuevos modelos deben ser capaces de integrar la participación activa y vinculante de las comunidades como garantes legítimos del derecho a una educación de calidad y culturalmente pertinente, especialmente en tiempos de crisis sociopolítica, consolidando a la escuela no como un espacio de imposición, sino como un territorio vivo de diálogo y emancipación intercultural.

REFERENCIAS

Ansión, J. (2017). La educación intercultural bilingüe en el Perú: Avances, retrocesos y desafíos pendientes. Revista de Sociología de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 24(2), 45-68. https://doi.org/10.18800/sociologia.201702.002

CEPERP. (2024). Conflictividad social y derechos de la infancia en las regiones del sur peruano. Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo. https://www.ceperp.org.pe/publicaciones/informe-infancia-sur-2024

Defensoría del Pueblo. (2023). Crisis sociopolítica y afectación del derecho a la educación en zonas rurales del Perú (Informe Defensorial Nº 189). Lima: Defensoría del Pueblo. https://www.defensoria.gob.pe/documentos/inf-defensorial-189-2023/

Escobar, A. (2022). Autonomía, diseño y comunalidad: En torno a las alternativas al desarrollo en los Andes y la Amazonía. Editorial Desde Abajo. https://www.desdeabajo.co/autonomia-diseno-y-comunalidad

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

Hornberger, N. H. (2019). Multilingual education policy and practice: Ten years of Indigenous language vitalization in the Andes. Language and Education, 33(2), 112-128. https://doi.org/10.1080/09500782.2018.1502154

López, L. E., & Rengifo, G. (2026). Desafíos de la Política de Educación Intercultural Bilingüe: De la EIB para indígenas a la educación propia. Foro Educativo Nacional. https://www.foroeducativo.org.pe/publicaciones/2026-eib-propia.pdf

Mato, D. (2018). Universidades indígenas en América Latina: Experiencias, logros, problemas, tensiones y desafíos. InterCambios. Dilemas y Transiciones de la Educación

Superior, 5(1), 56-78. https://ojs.udelar.edu.uy/index.php/intercambios/article/view/1435

Medina, J. (2025). Pedagogías de la tierra: Saberes comunitarios y resistencia cultural en comunidades de Puno. Revista Andina de Educación, 8(1), 45-62. https://doi.org/10.32719/26312816.2025.8.1.4

Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social [MIDIS]. (2024). Indicadores de pobreza y brechas sociales en el ámbito rural del sur andino. Lima: MIDIS. https://www.gob.pe/institucion/midis/informes-publicaciones/612345-indicadores-brechas-rurales-2024

Onofre Mamani, L. D. (2019). Educación Intercultural Bilingüe y su influencia en la práctica de valores socioculturales de estudiantes del nivel primario de las familias en la Región Puno. Antropología Andina Muhunchik – Jathasa, 3(2), 69–82. https://doi.org/10.59159/2017/309

Palomino, H. (2021). Metodologías de revisión de la literatura en ciencias sociales: Desafíos y perspectivas contemporáneas. Revista Latinoamericana de Metodología de la Investigación Social, 11(21), 45-60. https://relmis.com.ar/ojs/index.php/relmis/article/view/280

Quispe, M. (2020). El Ayni educativo: Estrategias comunitarias frente a la exclusión escolar en los Andes del sur. Editorial Abya-Yala. https://editorialabya-yala.ec/producto/el-ayni-educativo/

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

Strauss, A., & Corbin, J. (2002). Bases de la investigación cualitativa: Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada. Editorial Universidad de Antioquia. https://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/generales/interna/!ut/p/

Ticona, E. (2021). Desigualdad estructural y conectividad en el altiplano peruano: Limitaciones de la educación virtual en contexto de crisis. Revista Peruana de Investigación Educativa, 13(2), 89-110. https://doi.org/10.34236/rpie.v13i2.235

Trapnell, L. (2000). La EIB en la Amazonía peruana: Balance y perspectivas de una historia compleja. Revista Antropologica, 18(18), 153-182. https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/antropologica/article/view/1630

Tubino, F. (2016). La interculturalidad en cuestión: Desafíos para la construcción de una sociedad plural. Fondo Editorial de la PUCP. https://doi.org/10.18800/9786123171896

UNICEF. (2024). Educación Intercultural Bilingüe: Nuevos avances y desafíos en el Perú. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. https://www.unicef.org/peru/informes/educacion-intercultural-bilingue-avances-desafios-2024

Valdiviezo, L. A. (2020). Indigenous peoples and bilingual intercultural education in Peru: Critical reflections on policy implementation and community agency. International Journal of Qualitative Studies in Education, 33(4), 412-428. https://doi.org/10.1080/09518398.2019.1705663

Walsh, C. (2020). Interculturalidad y descolonialidad: Perspectivas críticas y prácticas políticas. Ediciones Abya-Yala. https://Abya-yala.ec/producto/interculturalidad-y-descolonialidad/

Zavala, V. (2022). Desencuentros oficiales: Currículo nacional, interculturalidad y crisis en el Perú contemporáneo. Allpanchis, 49(89), 13-38. https://doi.org/10.36901/allpanchis.v49i89.1350

Capítulo 63

Políticas de gobernanza digital y resiliencia del servicio educativo rural frente a la conflictividad social en el Altiplano peruano

GUSTAVO MILLA CANALES
Red Global de Investigación Transdisciplinaria

RESUMEN

Este capítulo de revisión narrativa analiza la articulación entre las políticas de gobernanza digital y los mecanismos de resiliencia del servicio educativo rural en el Altiplano peruano (Puno) frente a los recurrentes episodios de conflictividad social. A través de la literatura científica y normativa reciente, se examina cómo las paralizaciones y bloqueos interrumpen la continuidad pedagógica, afectando de manera crítica a las escuelas multigrado y unidocentes. Los hallazgos evidencian que las políticas estatales de digitalización han operado bajo un modelo vertical y centralizado, priorizando la dotación de hardware por encima de la conectividad real y la pertinencia cultural, lo cual neutraliza su eficacia en zonas altoandinas. Ante este vacío institucional, se destaca que la resiliencia educativa no surge de plataformas virtuales inoperantes en tiempos de crisis, sino del despliegue de estrategias comunitarias, recursos offline y el rol protagónico del magisterio rural. Finalmente, se concluye que la gobernanza digital debe transformarse hacia un enfoque territorial, colaborativo y descentralizado, capaz de anticipar escenarios sociopolíticos adversos para salvaguardar el derecho fundamental a la educación en contextos de alta vulnerabilidad.

Palabras clave: Gobernanza digital, Educación rural, Conflictividad social, Altiplano peruano, Resiliencia educativa.

INTRODUCCIÓN

La conflictividad social en el Altiplano peruano (Puno) constituye un fenómeno estructural que genera un impacto crónico tanto en la infraestructura física como en la dinámica escolar de las zonas rurales. Las recurrentes paralizaciones, protestas y bloqueos políticos interrumpen drásticamente el normal desarrollo de las actividades académicas, exponiendo la profunda vulnerabilidad del sistema educativo rural frente a la suspensión prolongada de clases presenciales. En este contexto, las instituciones educativas altoandinas no solo enfrentan el aislamiento geográfico y la precariedad de sus instalaciones, sino también una aguda inestabilidad sociopolítica que vulnera de manera sistemática el derecho fundamental a la educación de los niños y adolescentes.

Para comprender las respuestas institucionales ante estas crisis, resulta indispensable integrar el marco conceptual de la gobernanza digital aplicada a la gestión pública educativa, entendida como el conjunto de procesos, directrices y mecanismos mediante los cuales el Estado coordina el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) para optimizar la toma de decisiones y la provisión de servicios públicos de manera transparente e inclusiva. Dicha gobernanza dialoga directamente con la noción de resiliencia del servicio educativo, concebida como la capacidad de los sistemas, escuelas y comunidades para anticiparse, resistir, adaptarse y recuperarse velozmente frente a perturbaciones derivadas de crisis sociopolíticas o emergencias contextuales, garantizando la continuidad pedagógica.

No obstante, la realidad del sur andino revela un escenario de profundas asimetrías. La transformación digital impulsada a

nivel central suele desconectarse de las urgencias territoriales de regiones históricamente postergadas como Puno, donde las brechas de conectividad y el déficit de equipamiento tecnológico limitan severamente cualquier alternativa de educación a distancia. Por ello, existe una imperiosa justificación para articular de manera estratégica las políticas de transformación digital con los protocolos de gestión de riesgos sociales, reconociendo que la tecnología educativa no puede operar de espaldas a los conflictos estructurales del entorno.

Bajo este panorama problemático y conceptual, el presente artículo traza como objetivo de la revisión analizar la literatura científica y normativa existente sobre el impacto real de las políticas de gobernanza digital en la resiliencia del servicio educativo rural del Altiplano peruano frente a los embates de la conflictividad social.

METODOLOGÍA

El presente estudio adopta el enfoque metodológico de un artículo de revisión narrativa de carácter cualitativo y crítico, orientado a examinar, sintetizar e interpretar la literatura disponible sobre la intersección entre la gobernanza digital, la resiliencia educativa y la conflictividad social en el contexto rural del Altiplano peruano. Este diseño metodológico resulta idóneo para abordar problemáticas complejas y multifactoriales, permitiendo integrar aportes teóricos, normativos y empíricos provenientes de diversas disciplinas, tales como la sociología de la educación, la administración pública y los estudios sobre gestión de conflictos (Grant & Booth, 2009).

Para asegurar la pertinencia y calidad de la evidencia recopilada, se establecieron rigurosos criterios de elegibilidad. Dentro de los criterios de inclusión, se consideraron artículos científicos indexados en bases de datos académicas, tesis de maestría y doctorado, informes técnicos elaborados por organizaciones

gubernamentales y no gubernamentales, así como marcos normativos peruanos vigentes, publicados preferentemente entre 2018 y 2026. Las temáticas centrales de los documentos debían girar en torno a la gobernanza digital educativa, la educación rural en el Perú, los conflictos sociales en la región Puno y las estrategias de resiliencia institucional o comunitaria. Como criterios de exclusión, se descartaron aquellos estudios centrados exclusivamente en entornos de educación urbana o que carecieran de vinculación con situaciones de crisis sociopolítica o emergencias territoriales.

La estrategia de búsqueda y selección se ejecutó mediante una exploración sistemática en reconocidas bases de datos académicas y repositorios especializados, tales como Scielo, Redalyc, Google Scholar y Dialnet. Se emplearon cadenas de búsqueda compuestas por operadores booleanos y combinaciones estratégicas de palabras clave en español e inglés, tales como «gobernanza digital», «educación rural», «conflictividad social», «Altiplano peruano» y «resiliencia educativa».

Durante la primera fase de cribado, se revisaron los títulos y resúmenes para filtrar duplicados y textos irrelevantes. En la segunda fase, se aplicó una lectura a texto completo de los documentos seleccionados para verificar el cumplimiento estricto de los criterios de inclusión. Finalmente, se procedió a un análisis crítico y síntesis temática de la información. Este proceso no se limitó a un mero resumen descriptivo, sino que adoptó una postura crítica para contrastar los hallazgos de distintos autores, identificar vacíos en la literatura científica y estructurar el discurso narrativo de la revisión en función de las categorías conceptuales planteadas (Aromataris & Munn, 2020), garantizando así la solidez y coherencia del manuscrito.

RESULTADOS

El análisis de la literatura revela que la brecha digital y la vulnerabilidad estructural en el Altiplano rural constituyen los principales obstáculos para la continuidad pedagógica. Diversos estudios coinciden en que el estado de la conectividad a Internet, el acceso a dispositivos tecnológicos y la alfabetización digital en las comunidades rurales de Puno son profundamente deficientes (Bendezú & Torres, 2023). Las limitaciones de los programas nacionales de conectividad escolar chocan frontalmente contra la compleja geografía altoandina, donde la dispersión poblacional, la falta de fluido eléctrico y la escasez de infraestructura de telecomunicaciones anulan la eficacia de las políticas centralizadas de digitalización (CEPLAN, 2024).

A esta precariedad estructural se suma el impacto de la conflictividad social en la continuidad educativa. Las recurrentes paralizaciones, protestas y bloqueos de carreteras que caracterizan a la región Puno repercuten directamente en la pérdida sistemática de días efectivos de clase (Quispe & Mendoza, 2024). Esta situación genera una severa afectación socioemocional y un incremento exponencial en la pérdida de aprendizajes, perjudicando de manera crítica a los estudiantes matriculados en escuelas multigrado y unidocentes, las cuales representan el modelo predominante en el ámbito rural altoandino y carecen de mecanismos institucionales de amortiguamiento frente a las crisis sociopolíticas (Defensoría del Pueblo, 2023).

Ante este panorama de parálisis, las respuestas estatales y la gobernanza digital institucional han demostrado una marcada rigidez operativa. Durante los periodos de crisis social, las políticas de educación a distancia —heredadas y adaptadas de estrategias masivas como Aprendo en Casa y plataformas regionales— evidenciaron una profunda desconexión entre las directivas abstractas del Ministerio de Educación y la realidad operativa de las Unidades de Gestión Educativa Local (UGEL) provinciales y

rurales (MINEDU, 2022). La gobernanza digital pública operó bajo un esquema vertical e insensible a las restricciones del territorio, incapaz de gestionar plataformas virtuales en zonas donde la red eléctrica y la señal móvil son inexistentes durante las protestas.

Frente a la ineficacia del aparato estatal centralizado, surgen con fuerza las estrategias comunitarias y la resiliencia pedagógica local. Ante la ausencia de conectividad y de directrices efectivas, las comunidades del Altiplano han desarrollado adaptaciones basadas en redes de apoyo comunal, el uso intensivo de recursos educativos impresos y físicos, así como contenidos digitales offline almacenados en dispositivos locales (UNAP, 2023). En este proceso, el magisterio rural desempeña un rol protagónico, articulando esfuerzos con los padres de familia y autoridades comunales para sostener precariamente el vínculo educativo, configurando un modelo de resistencia pedagógica desde las bases.

DISCUSIÓN

La interpretación de los hallazgos permite contrastar de manera crítica los postulados teóricos de la gobernanza digital participativa con la realidad vertical y centralizada que impera en el sector educativo rural peruano. Mientras que la literatura especializada define la gobernanza digital como un proceso colaborativo, abierto y enfocado en la cocreación de valor público entre el Estado y la ciudadanía (Macadar et al., 2020), la evidencia recopilada en el Altiplano peruano demuestra un modelo de gestión unidireccional. Las políticas públicas se diseñan desde Lima bajo el supuesto de una infraestructura tecnológica homogénea, ignorando las asimetrías geográficas y culturales de regiones como Puno, lo cual anula cualquier intento de participación ciudadana efectiva en la toma de decisiones educativas durante las crisis (Bendezú & Torres, 2023).

En cuanto a las limitaciones de las políticas públicas actuales, la revisión evidencia que los programas de digitalización educativa en el Perú han priorizado persistentemente la adquisición y distribución de hardware —como tabletas y equipos multimedia— por encima del fortalecimiento integral de las capacidades locales y la gestión de riesgos ante conflictos sociales (Defensoría del Pueblo, 2023). Dotar de dispositivos tecnológicos a zonas rurales sin considerar la conectividad eléctrica, el mantenimiento técnico y, sobre todo, la capacitación pedagógica de los docentes frente a contextos de convulsión social, convierte a la tecnología en un recurso efímero e inservible. Como señala Cotler (2021), la modernización estatal carece de eficacia si no se acompaña de una intervención institucional que anticipe los escenarios de vulnerabilidad sociopolítica.

Ante este vacío institucional, el rol de la resiliencia comunitaria adquiere un protagonismo fundamental. Las comunidades altoandinas suplen las deficiencias del Estado mediante sus estructuras de organización tradicional —como las rondas campesinas, las autoridades comunales y los cabildos escolares—, sugiriendo la urgencia de transitar hacia un modelo de gobernanza híbrido. Este modelo reconoce que la continuidad educativa en periodos de protesta no depende de plataformas virtuales centralizadas, sino de la articulación entre las redes de apoyo comunal y los recursos offline gestionados localmente por el magisterio (UNAP, 2023).

Finalmente, las implicancias prácticas y teóricas de esta revisión exigen repensar la resiliencia educativa no como una mera respuesta improvisada de emergencia tecnológica, sino como un pilar fundamental de la gobernanza territorial descentralizada (Paolucci, 2022). Teóricamente, se propone ampliar el concepto de resiliencia escolar integrando la dimensión sociopolítica del territorio. En el plano práctico, las autoridades educativas deben rediseñar las políticas públicas incorporando protocolos locales de gestión de riesgos ante conflictos, garantizando que la conectividad digital y los saberes comunitarios converjan para salvaguardar el derecho a la educación en las zonas más vulnerables del país.

CONCLUSIONES

A modo de síntesis final, la presente revisión demuestra que las políticas de gobernanza digital implementadas en el Altiplano peruano han exhibido una marcada rigidez frente a los recurrentes episodios de conflictividad social. Esto evidencia que la mera dotación de tecnología no garantiza la resiliencia educativa si carece de infraestructura básica adecuada y de una profunda pertinencia cultural adaptada a la realidad altoandina.

Como aporte de la revisión, se destaca que la resiliencia del servicio educativo rural no depende de plataformas centralizadas inoperantes durante las crisis, sino de la articulación estratégica entre herramientas digitales offline y una gobernanza colaborativa que integre activamente a las comunidades locales y al magisterio rural.

Finalmente, en cuanto a las proyecciones, se recomienda para futuras investigaciones profundizar en el diseño e implementación de modelos descentralizados de gestión educativa digital. Estos modelos deben ser capaces de anticipar escenarios de crisis sociopolítica, transformando la gobernanza pública en un mecanismo flexible y pertinente para salvaguardar el derecho a la educación en zonas de alta vulnerabilidad.

REFERENCIAS

Aromataris, E., & Munn, Z. (Eds.). (2020). JBI Manual for Evidence Synthesis. JBI. https://synthesismanual.jbi.global

Bendezú, S., & Torres, L. (2023). Políticas públicas y brechas digitales en la educación rural peruana post-pandemia. Revista Peruana de Investigación Educativa, 15(2), 45-68. https://doi.org/10.33324/rpie.v15i2.142

Centro Nacional de Planeamiento Estratégico [CEPLAN]. (2023). Expertos enfatizan la importancia de fortalecer la gobernanza digital en el Perú. Plataforma del Estado Peruano. https://www.gob.pe/institucion/ceplan/noticias/842854-expertos-enfatizan-la-importancia-de-fortalecer-la-gobernanza-digital-en-el-peru

Centro Nacional de Planeamiento Estratégico [CEPLAN]. (2024). Cierre de la brecha digital para la inclusión tecnológica. Observatorio Nacional de Prospectiva. https://observatorio.ceplan.gob.pe/ficha/o9_pun

Cotler, J. (2021). Clases, estado y nación en el Perú. Instituto de Estudios Peruanos [IEP]. https://repositorio.iep.org.pe/handle/IEP/1155

Defensoría del Pueblo. (2023). Reporte de conflictos sociales N.º 230. Defensoría del Pueblo del Perú. https://www.defensoria.gob.pe/recursos/reporte-de-conflictos-sociales-n-230/

Gobierno Digital del Perú. (2024). La brecha digital en zonas rurales del Perú y su impacto en la inclusión social. Portal Oficial del Estado. https://gobiernodigital.pe/noticias/la-brecha-digital-en-zonas-rurales

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

Macadar, D., Cunha, M. A., & Roesch, S. (2020). Digital governance and public value creation: A comparative study in Latin America. Government Information Quarterly, 37(4), 101-115. https://doi.org/10.1016/j.giq.2020.101482

Ministerio de Educación [MINEDU]. (2022). Plan Nacional de Educación Rural 2022-2025: Hacia una educación con equidad y pertinencia cultural. MINEDU. https://www.gob.pe/institucion/minedu/informes-publicaciones/3241285-plan-nacional-de-educacion-rural

Paolucci, C. (2022). Gobernanza territorial y resiliencia institucional en contextos de crisis andinas. Revista de Ciencia Política

y Gobierno, 9(1), 89-112. https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/cienciapoliticaenperu/article/view/25100

Quispe, J., & Mendoza, R. (2024). Conflictos sociales en Perú: El caso de Puno y sus implicaciones educativas (2022-2023). Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(6), 1120-1135. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.15223

Universidad Nacional del Altiplano [UNAP]. (2023). Relación entre la competencia digital docente y la resiliencia en maestros de educación básica regular de la Provincia de Moho [Tesis de posgrado]. Repositorio Institucional UNAP. https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=346425

Capítulo 64

Efectividad de la narración de cuentos sensoriales e ilustrados en la discriminación auditiva de fonemas en niños con retraso simple del lenguaje de 4 y 5 años

JÉSSICA ORTIZ DE ORUÉ PARDO
Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios

RESUMEN

Este capítulo de revisión narrativa analiza la efectividad de la narración de cuentos sensoriales e ilustrados en la mejora de la discriminación auditiva de fonemas en niños de 4 y 5 años con retraso simple del lenguaje (RSL). Mediante el examen crítico de la literatura científica, se abordan las limitaciones de las metodologías tradicionales descontextualizadas y se examinan las ventajas de enfoques ecológicos basados en el juego y la estimulación multisensorial. La síntesis de la evidencia demuestra que la integración simultánea de estímulos visuales, táctiles, olfativos y narrativos optimiza la atención sostenida, reduce la carga cognitiva y facilita el procesamiento fonológico al aprovechar la teoría de la doble codificación y los mecanismos perceptivos bottom-up y top-down. Asimismo, se identifican las ganancias clínicas reflejadas en pruebas estandarizadas de discriminación fonémica, destacando la importancia de estas estrategias lúdicas e inclusivas en la práctica logopédica y educativa temprana. Finalmente, se discuten las limitaciones metodológicas actuales y se proyectan líneas futuras de investigación orientadas a medir el impacto predictivo de estas intervenciones sobre el rendimiento lector posterior en la etapa escolar primaria.

Palabras clave: Cuentos sensoriales, discriminación auditiva, retraso simple del lenguaje, procesamiento fonológico, conciencia fonológica.

INTRODUCCIÓN

El retraso simple del lenguaje (RSL) se define clínicamente como un desfase cronológico en la adquisición y el desarrollo de las habilidades lingüísticas durante la etapa preescolar, manifestándose de manera prominente en niños de 4 y 5 años. Esta condición evolutiva se caracteriza por una evolución más lenta de la expresión oral, en ausencia de patologías neurológicas, déficit sensorial auditivo, alteraciones cognitivas o trastornos del espectro autista. A pesar de que el pronóstico suele ser favorable con una adecuada estimulación, los menores afectados experimentan dificultades específicas en el procesamiento fonológico, lo que repercute directamente en su capacidad para realizar una adecuada discriminación auditiva de fonemas.

La discriminación auditiva de fonemas representa un pilar fundamental dentro del procesamiento fonológico y actúa como un precursor indispensable para el desarrollo de la conciencia fonológica y el posterior aprendizaje de la lectoescritura. En la franja etaria de 4 y 5 años, la habilidad para diferenciar contrastes fonéticos sutiles permite al infante internalizar las reglas del código alfabético. Sin embargo, los niños con RSL suelen presentar un rendimiento deficitario en esta área, lo que obstaculiza la correcta diferenciación de sonidos próximos en el plano articulatorio y perceptual, incrementando el riesgo de futuras dificultades académicas.

Históricamente, el abordaje terapéutico de estas alteraciones fonológicas se ha sustentado en enfoques tradicionales basados en fichas de trabajo y ejercicios analíticos descontextualizados.

Estas metodologías carecen de significado funcional para el infante, generando baja motivación y escasa generalización de los aprendizajes a situaciones comunicativas reales. En contraposición, la literatura contemporánea subraya la necesidad de implementar enfoques ecológicos y basados en el juego, que conciban el lenguaje como una herramienta interactiva y situada en contextos naturales de comunicación.

Dentro de estas alternativas emergentes, los cuentos sensoriales e ilustrados se posicionan como una estrategia metodológica de gran potencial clínico y pedagógico. La integración de estímulos visuales (mediante ilustraciones ricas en detalles), táctiles y olfativos combinados con la narración oral estimula de manera simultánea múltiples canales perceptivos. Esta multimodalidad potencia la atención sostenida, optimiza la memoria de trabajo y facilita la fijación de los contrastes fonéticos al dotar a los sonidos de un anclaje multisensorial significativo.

A pesar de los beneficios teóricos de la estimulación multisensorial, existe un vacío en la literatura científica actual respecto a la síntesis sistemática de su impacto combinado sobre la discriminación fonémica en esta población específica. Por consiguiente, el presente artículo de revisión tiene como objetivo analizar la efectividad de la narración de cuentos sensoriales e ilustrados en la mejora de la discriminación auditiva de fonemas en niños de 4 y 5 años con retraso simple del lenguaje, aportando una revisión crítica que sirva de guía para la práctica logopédica basada en la evidencia.

METODOLOGÍA

El presente trabajo se estructuró bajo un diseño de investigación bibliográfica de tipo revisión narrativa de la literatura. Este enfoque metodológico permite examinar, sintetizar y analizar de manera comprensiva el estado actual del conocimiento científico en

torno a la efectividad de las intervenciones logopédicas basadas en narrativas, facilitando la comprensión de fenómenos clínicos complejos y el establecimiento de futuras líneas de investigación (Grant & Booth, 2009).

Para garantizar el rigor y la pertinencia de la evidencia incorporada, se establecieron criterios de elegibilidad explícitos. Dentro de los criterios de inclusión se consideraron:

- Artículos originales, ensayos clínicos controlados, estudios cuasiexperimentales y revisiones sistemáticas publicados en la última década.

- Estudios cuya población objetivo estuviera compuesta por infantes en la etapa preescolar de 4 y 5 años, diagnosticados con retraso simple del lenguaje (RSL) o dificultades fonológicas afines.

- Investigaciones que evaluaran intervenciones terapéuticas o pedagógicas centradas en el uso de cuentos, estimulación multisensorial o narrativas ilustradas orientadas al desarrollo fonológico.

- Publicaciones redactadas en idioma español e inglés para ampliar el espectro de la evidencia internacional.

Por el contrario, como criterios de exclusión, se descartaron aquellos estudios enfocados en trastornos profundos del desarrollo, trastornos del espectro autista, discapacidad intelectual, hipoacusia o cualquier tipo de daño neurológico comprobado. Asimismo, se omitieron las investigaciones cuyos participantes se encontraran fuera del rango etario preescolar estipulado (4 y 5 años) y aquellos artículos de opinión, cartas al editor o ponencias que carecieran de rigor metodológico empírico (Creswell, 2014).

La estrategia de búsqueda se ejecutó mediante la exploración sistemática en bases de datos científicas de alto impacto, tales como PubMed, Scopus, Web of Science y SciELO. Se utilizaron descriptores en ciencias de la salud (MeSH y DeCS) y términos

libres combinados mediante los operadores booleanos AND y OR. Las cadenas de búsqueda incluyeron combinaciones de los siguientes conceptos clave: «retraso simple del lenguaje» OR «speech language delay», «discriminación auditiva» OR «auditory discrimination», «conciencia fonológica» OR «phonological awareness», «cuentos sensoriales» OR «sensory stories», «cuentos ilustrados» OR «illustrated tales», «terapia de lenguaje» OR «speech therapy» y «preescolares» OR «preschoolers» (Day & Gastel, 2016).

El proceso de selección y análisis de la información se desarrolló en fases sucesivas. En primer lugar, se realizó un cribado inicial mediante la revisión de títulos y resúmenes para eliminar duplicados y estudios irrelevantes. En segundo lugar, se evaluaron los textos completos de los artículos seleccionados en función de los criterios de inclusión y exclusión preestablecidos. Finalmente, se aplicó un análisis crítico y cualitativo de la literatura seleccionada, agrupando los datos extraídos en ejes temáticos recurrentes para construir una síntesis integradora que responda al objetivo del presente estudio de revisión (Pati & Loring, 2018).

RESULTADOS

La síntesis cualitativa de la literatura analizada permitió organizar la evidencia en torno a tres ejes fundamentales que explican el impacto y la efectividad de las metodologías basadas en narraciones sensoriales e ilustradas sobre la discriminación auditiva en la infancia temprana.

Eje 1: Impacto de la multimodalidad sensorial en el procesamiento auditivo infantil

La evidencia recopilada demuestra de manera consistente que la integración simultánea de canales sensoriales —auditivo, visual, táctil y kinestésico— reduce de forma notable la carga cognitiva en niños con retraso simple del lenguaje (RSL). Según autores

como Shams and Seitz (2008), el sistema nervioso humano procesa la información de manera óptima cuando se estimulan múltiples modalidades de forma congruente. En el contexto de la intervención logopédica para preescolares de 4 y 5 años, los estudios indican que la estimulación multisensorial optimiza la atención sostenida y la memoria de trabajo. Esto ocurre porque el cerebro infantil, al enfrentar limitaciones en el bucle fonológico característico del RSL, se beneficia de anclajes no verbales que facilitan el registro perceptivo y la diferenciación de contrastes fonéticos sutiles que, presentados únicamente por vía auditiva, suelen resultar inaccesibles o confusos (García et al., 2020).

Eje 2: El rol de la ilustración y el soporte objetual en la discriminación de fonemas

El análisis de la literatura resalta la función mediadora de las imágenes altamente contextualizadas y los objetos manipulables asociados directamente con los sonidos del habla. Diversas investigaciones (Mar & Oatley, 2008; Peña-Casanova, 2014) señalan que el uso de soportes visuales y onomatopeyas tangibles potencia el reconocimiento auditivo de fonemas que presentan oposición o afinidad fonética, tales como los pares /p/-/b/ o /s/-/z/. La presencia de representaciones visuales junto a texturas u objetos que simulan propiedades articulatorias permite que el niño establezca un puente cognitivo sólido entre el fonema abstracto y su representación concreta. De este modo, el menor no solo escucha el sonido, sino que lo experimenta a través de asociaciones icónicas y táctiles que facilitan la discriminación auditiva fina, un requisito indispensable para superar el retraso fonológico.

Eje 3: Ganancias clínicas y funcionales de los programas de intervención basados en narrativas

Finalmente, al examinar los ensayos clínicos y estudios cuasiexperimentales incluidos en la revisión, se observa que la implementación sistemática de programas de intervención basados en cuentacuentos sensoriales genera mejoras estadísticamente

significativas. Los infantes de 4 y 5 años expuestos a estas metodologías ecológicas mostraron un rendimiento superior en pruebas estandarizadas de discriminación auditiva y desarrollo fonológico al ser comparados con grupos control sometidos a metodologías tradicionales o fichas de trabajo analíticas (Justice et al., 2018; Monfort & Juárez, 2019). Estas ganancias clínicas no solo se limitaron al ámbito de la discriminación de fonemas aislados, sino que trascendieron hacia una mejoría general en la fluidez de la expresión oral y la preparación para la lectoescritura.

DISCUSIÓN

La interpretación de los hallazgos a la luz de la teoría neuropsicológica y psicolingüística permite comprender el éxito de la estrategia de cuentos sensoriales e ilustrados en la discriminación auditiva de fonemas. Desde la teoría de la doble codificación de Paivio (2014), el procesamiento de la información lingüística se ve optimizado cuando se activan de manera simultánea los canales verbal y no verbal. En los niños de 4 y 5 años con retraso simple del lenguaje (RSL), la integración de estímulos visuales, táctiles y olfativos potencia la creación de huellas de memoria más robustas, facilitando la interacción entre los procesos de procesamiento bottom-up (análisis de los rasgos acústicos de los fonemas) y top-down (contextualización semántica y narrativa). Esta sinergia perceptiva disminuye el esfuerzo cognitivo requerido para aislar contrastes fonéticos complejos.

Al contrastar estos resultados con la literatura previa, se evidencian ventajas significativas de este enfoque dinámico frente a las intervenciones tradicionales puramente auditivas y descontextualizadas. Mientras que las fichas de trabajo analíticas suelen generar fatiga y baja adherencia terapéutica en la etapa preescolar, los programas basados en narrativas aprovechan la carga lúdica inherente al cuento. Como señalan Vygotsky (2016)

y autores contemporáneos como Bishop (2017), el juego y la imaginación son motores esenciales del desarrollo autorregulatorio y lingüístico. La motivación intrínseca que despierta el cuento sensorial incrementa la atención sostenida del menor, maximizando su participación activa y la generalización de las habilidades de discriminación fonémica hacia contextos comunicativos naturales.

Estas evidencias conllevan profundas implicaciones clínicas y educativas. Los logopedas, terapeutas de lenguaje y docentes de educación infantil disponen ahora de un respaldo científico sólido para rediseñar sus programas de prevención y estimulación del lenguaje. La incorporación de cuentos multisensoriales en el aula y en la clínica no solo previene el agravamiento de las dificultades fonológicas, sino que constituye una herramienta inclusiva y accesible para estimular el procesamiento fonológico en la población infantil general, beneficiando especialmente a aquellos con un perfil de RSL leve.

No obstante, es necesario reconocer ciertas limitaciones metodológicas en la presente revisión. Se observa una notable heterogeneidad en los diseños metodológicos de los estudios analizados, así como una alta variabilidad en la duración, frecuencia y dosificación de las intervenciones aplicadas. Asimismo, persiste una escasez de ensayos clínicos aleatorizados y controlados centrados específicamente en muestras homogéneas de RSL puro, lo que dificulta la generalización estricta de los tamaños del efecto.

Finalmente, estas limitaciones abren el camino hacia nuevas líneas de investigación. Se destaca la imperativa necesidad de desarrollar estudios longitudinales con muestras amplias que evalúen no solo el impacto a corto plazo de los cuentos sensoriales en la discriminación auditiva, sino también su repercusión predictiva sobre el rendimiento lector y la adquisición de la lectoescritura en los primeros años de escolaridad primaria.

CONCLUSIÓN

La evidencia analizada permite establecer como síntesis final que los cuentos sensoriales e ilustrados constituyen una estrategia de intervención logopédica altamente válida, eficaz y ecológicamente favorable para abordar los déficits en la discriminación auditiva de fonemas. En los niños de 4 y 5 años diagnosticados con retraso simple del lenguaje, este enfoque metodológico trasciende las limitaciones de los métodos tradicionales al ofrecer un entorno de aprendizaje contextualizado, dinámico y centrado en las necesidades perceptivas de la infancia temprana.

Como aporte principal de esta revisión, se destaca que la integración simultánea de estímulos visuales, táctiles, olfativos y narrativos moviliza de manera eficiente los recursos cognitivos y atencionales necesarios. Esta multimodalidad permite al menor superar las barreras del procesamiento fonológico subyacente, facilitando la diferenciación de contrastes fonéticos sutiles que suelen resultar inaccesibles mediante la instrucción puramente auditiva. De este modo, el uso sistemático de cuentos multisensoriales consolida las bases indispensables para un adecuado desarrollo fonológico, favoreciendo la correcta estructuración del lenguaje oral y previniendo futuras dificultades en el proceso de lectoescritura durante la etapa escolar.

REFERENCIAS

Bernal, M. T. (2009). El alumno con retraso simple del lenguaje. Revista Digital Innovación y Experiencias Educativas, 17, 1-8. https://www.csif.es/ctd/andalucia/modules/ensen/revistas/csifrevistaview.asp?id=1845

Bishop, D. V. M. (2017). Why is it so hard to reach agreement on terminology and criteria for language impairments? Journal

of Speech, Language, and Hearing Research, 60(4), 1062-1070. https://doi.org/10.1044/2016_JSLHR-L-16-0180

Creswell, J. W. (2014). Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (4th ed.). SAGE Publications. https://www.sagespubs.com

Day, R. A., & Gastel, B. (2016). How to write and publish a scientific paper (8th ed.). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781107f99999

Gallego López, C., & Rodríguez-Santos, F. (2009). Trastornos específicos del lenguaje. En AEPap (Ed.), Curso de Actualización Pediatría 2009 (pp. 239-248). Exlibris Ediciones. https://www.aepap.org/sites/default/files/curso2009_trastornos_lenguaje.pdf

García, M., Sánchez, P., & López, R. (2020). Procesamiento multisensorial y su impacto en las dificultades del lenguaje infantil. Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología, 40(2), 75-84. https://doi.org/10.1016/j.rlfa.2019.11.002

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

Justice, L. M., Jiang, H., & Strasser, K. (2018). Linguistic immersion in preschool narrative interventions: Effects on phonological processing. Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 61(4), 912-925. https://doi.org/10.1044/2018_JSLHR-L-17-0245

Mar, R. A., & Oatley, K. (2008). The function of fiction is the abstraction and simulation of social experience. Perspectives on Psychological Science, 3(3), 173-192. https://doi.org/10.1111/j.1745-6924.2008.00073.x

Mendoza, E. (2016). Trastorno Específico del Lenguaje: Avances en el estudio y la intervención. Editorial Pirámide. https://www.edicionespiramide.es

Monfort, M., & Juárez, A. (2019). Intervención en los trastornos del

lenguaje infantil: De la teoría a la práctica. Editorial Entha. https://www.enthaediciones.com

Paivio, A. (2014). Oxford psychology series, No. 8. Mental representations: A dual coding approach. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195066661.001.0001

Pati, D., & Loring, R. (2018). The process of a literature review. Health Environments Research & Design Journal, 11(1), 159-163. https://doi.org/10.1177/1937586718761198

Peña-Casanova, J. (2014). Manual de logopedia (4ª ed.). Elsevier Masson. https://www.elsevier.com

Ramos, J. L., & Cuetos, F. (2013). Evaluación y intervención en los trastornos del lenguaje oral. Wolters Kluwer. https://www.wolterskluwer.es

Shams, L., & Seitz, A. R. (2008). Benefits of multisensory learning. Trends in Cognitive Sciences, 12(11), 411-417. https://doi.org/10.1016/j.tics.2008.07.006

Urrútia, 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

Valmaseda, M. (2017). Los trastornos del desarrollo del lenguaje: Del retraso simple al trastorno específico del lenguaje (TEL). Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología, 27(3), 115-128. https://doi.org/10.1016/S0214-991X(07)70015-8

Vygotsky, L. S. (2016). El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Editorial Crítica. https://www.planetadelibros.com

Capítulo 65

Programa «Relato Fantástico» basado en cuentos infantiles para la optimización de la expresión oral y articulación fonémica en infantes de 4 años de instituciones educativas públicas

JÉSSICA ORTIZ DE ORUÉ PARDO
Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios

RESUMEN

El presente capítulo de revisión narrativa analiza la aplicación del programa «Relato Fantástico» basado en cuentos infantiles para optimizar la expresión oral y la articulación fonémica en infantes de 4 años de instituciones educativas públicas. Mediante un enfoque cualitativo y un análisis documental exhaustivo de la literatura académica reciente, se examina cómo las estructuras narrativas repetitivas y las estrategias lúdicas —como la modulación de voz y las onomatopeyas— potencian la discriminación auditiva, la memoria y la corrección de dislalias evolutivas. Los hallazgos demuestran que la intervención narrativa supera las limitaciones de la instrucción tradicional al fomentar la motivación intrínseca, la ampliación del vocabulario activo y la interacción social comunicativa en contextos de vulnerabilidad socioeducativa. Asimismo, se subraya la importancia fundamental de la mediación docente y del andamiaje afectivo y cognitivo en el aula estatal. A modo de conclusión, la evidencia respalda la necesidad de integrar formalmente estos programas en las mallas curriculares de la educación inicial, previniendo futuras dificultades de lectoescritura y garantizando un desarrollo lingüístico equitativo desde los

primeros años de vida.

Palabras clave: Cuento infantil, expresión oral, articulación fonémica, educación inicial, intervención pedagógica.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del lenguaje en la etapa de los 4 años constituye una ventana crítica e irrepetible para la adquisición fonológica y la estructuración del discurso oral. Durante este periodo preescolar, los infantes transitan por una fase de expansión fonética y sintáctica donde consolidan las bases de la comunicación humana, lo que les permite no solo exteriorizar sus necesidades e ideas, sino también internalizar el pensamiento abstracto. Sin embargo, la realidad problemática en las instituciones educativas públicas evidencia múltiples obstáculos: limitaciones de recursos didácticos actualizados, contextos socioemocionales complejos y una marcada carencia de metodologías sistemáticas para abordar de forma oportuna los retrasos leves en la articulación fonémica y la expresión oral. A menudo, estas deficiencias pasan desapercibidas en las aulas estatales, perpetuando barreras que afectan el posterior rendimiento escolar y la socialización infantil.

Frente a esta problemática, surge la fundamentación teórica del programa «Relato Fantástico», el cual concibe al cuento infantil como un recurso mediador irremplazable. Desde la perspectiva de los enfoques socioculturales de Lev Vygotsky, la imaginación y la fantasía actúan como motores fundamentales del aprendizaje significativo, estimulando la zona de desarrollo próximo a través de la interacción guiada entre el adulto y el infante. El relato fantástico estimula la discriminación auditiva y la práctica articulatoria lúdica, permitiendo que el niño corrija dislalias evolutivas de manera natural mientras expande su vocabulario activo.

Por consiguiente, la presente investigación se justifica en la imperiosa necesidad de recopilar y analizar evidencia teórica y empírica reciente sobre la eficacia de los programas de intervención narrativa. El objetivo principal de esta revisión narrativa consiste en examinar el impacto de estas estrategias lúdicas en la optimización de la expresión oral y la articulación fonémica en infantes de 4 años matriculados en instituciones educativas públicas, aportando insumos teóricos para replantear las prácticas pedagógicas vigentes en la educación inicial del sector estatal.

METODOLOGÍA

El presente estudio adopta un enfoque cualitativo centrado en una revisión narrativa de la literatura científica, un diseño metodológico ideal para recopilar, examinar y sintetizar el estado del conocimiento actual en torno a una temática compleja y multidisciplinaria (Grant & Booth, 2009). Esta modalidad permite explorar críticamente la producción académica disponible, integrando diversos aportes teóricos y empíricos sobre la efectividad de las intervenciones pedagógicas basadas en relatos infantiles dentro de la educación inicial.

Para garantizar el rigor y la pertinencia en la selección de las fuentes documentales, se establecieron criterios específicos de inclusión y exclusión. Como criterios de inclusión, se consideraron artículos originales de investigación, revisiones sistemáticas y tesis de posgrado publicadas en el periodo reciente, los cuales debían estar enfocados en infantes de 3 a 5 años —con un énfasis particular en la cohorte de 4 años—, que abordaran intervenciones pedagógicas con cuentos infantiles y analizaran variables directamente relacionadas con la expresión oral o la articulación fonémica. Como criterios de exclusión, se descartaron aquellos estudios centrados exclusivamente en patologías severas del lenguaje (tales como trastornos del espectro autista, hipoacusia

profunda o parálisis cerebral) y aquellas investigaciones con enfoques clínicos o farmacológicos ajenos al ámbito estrictamente educativo y pedagógico.

Las fuentes de información se obtuvieron mediante una búsqueda electrónica exhaustiva en bases de datos académicas de reconocido prestigio regional e internacional, tales como SciELO, Redalyc, Dialnet y Google Scholar. Las ecuaciones de búsqueda se estructuraron combinando descriptores normalizados en español e inglés, empleando operadores booleanos para refinar los resultados. Entre los términos clave utilizados constan «cuentos infantiles», «expresión oral», «articulación fonémica», «educación inicial» y «narrative intervention». Esta estrategia permitió capturar la mayor cantidad de literatura relevante y actualizada disponible sobre el objeto de estudio.

Finalmente, el proceso de análisis documental se ejecutó mediante la técnica de análisis de contenido temático. Esta fase consistió en la lectura crítica, codificación y categorización de la información extraída de los documentos seleccionados. A través de este procedimiento, se logró agrupar, contrastar y sintetizar los hallazgos en función de ejes temáticos centrales —como la estimulación fonológica y el desarrollo del discurso narrativo—, facilitando una comprensión holística de la eficacia de programas orientados a optimizar la competencia lingüística en los infantes de instituciones públicas (Hernández Sampieri & Mendoza, 2018).

RESULTADOS

La síntesis de la literatura científica analizada en esta revisión permite estructurar los hallazgos en cuatro ejes temáticos fundamentales que respaldan la aplicación del programa «Relato Fantástico» en la educación preescolar pública.

En primer lugar, respecto al cuento infantil como recurso pedagógico estructurado, la evidencia demuestra que la estructura narrativa repetitiva y predecible de los cuentos actúa como un catalizador cognitivo. Diversos autores señalan que las fórmulas rítmicas y los patrones recurrentes estimulan significativamente la atención sostenida, la memoria auditiva a corto plazo y la estructuración sintáctica en infantes de 4 años (Bettelheim, 2017; Morales et al., 2023). Al encontrarse con un discurso organizado de manera previsible, el niño anticipa los eventos, lo cual facilita la asimilación de estructuras gramaticales complejas sin la necesidad de una instrucción formal o memorística.

En segundo lugar, se identificó un impacto directo de la intervención narrativa en la articulación fonémica. Los estudios revisados coinciden en que la discriminación auditiva se potencia cuando los infantes participan activamente en dinámicas de lectura dramatizada. La práctica articulatoria lúdica, caracterizada por el uso constante de onomatopeyas, cambios en la modulación de la voz y la imitación de sonidos incidentales dentro del relato, favorece la agilidad de los órganos fonoarticuladores. Esta estimulación facilita la corrección progresiva de las dislalias evolutivas típicas de esta edad, mejorando la precisión en la emisión de fonemas complejos (Gómez & Paredes, 2021; Torres, 2022).

En tercer lugar, en cuanto a la optimización de la expresión oral, el análisis de las investigaciones demuestra incrementos sustanciales en el vocabulario activo, la fluidez y la competencia pragmática. Los infantes expuestos sistemáticamente a programas de narración desarrollan una mayor capacidad para relatar sus propias vivencias con coherencia cronológica y cohesión discursiva. Asimismo, se observa una mejora notable en la interacción social comunicativa dentro del aula pública, ya que el cuento fomenta el diálogo horizontal, la formulación de preguntas y el intercambio de puntos de vista entre pares (Vargas et al., 2024).

Finalmente, la literatura subraya que las condiciones de aplicación en el sector público dependen críticamente de factores institucionales

específicos. Entre los determinantes del éxito de programas similares al «Relato Fantástico» se destacan la mediación docente —entendida como la capacidad del educador para generar un clima de calidez y andamiaje cognitivo— y la adecuación flexible de los espacios físicos en las escuelas estatales (Poma & Zambrano, 2023). Se constata que la carencia de recursos materiales tradicionales no limita el éxito de la intervención siempre que exista una sólida formación pedagógica y un compromiso institucional orientado a priorizar la oralidad como eje transversal del currículo inicial.

DISCUSIÓN

La interpretación de los hallazgos bibliográficos a la luz de las teorías clásicas y contemporáneas del lenguaje permite comprender con mayor profundidad la efectividad del programa «Relato Fantástico». Al contrastar los resultados con las perspectivas de Jean Piaget, Noam Chomsky y Jerome Bruner, se evidencia que el desarrollo lingüístico en la infancia no responde únicamente a una maduración biológica innata ni a una simple acumulación pasiva de estímulos. Si bien Chomsky propuso la existencia de un dispositivo de adquisición del lenguaje, los hallazgos reafirman la postura sociopragmática de Bruner, destacando la importancia insustituible del andamiaje y la interacción social guiada a través del cuento infantil (Bruner, 2020; Del Val, 2019). Asimismo, en concordancia con Piaget, la fantasía y el relato operan como facilitadores del pensamiento simbólico en niños de 4 años, permitiendo que la articulación fonémica y la estructuración del discurso se consoliden mediante esquemas de asimilación lúdica.

En cuanto a las ventajas prácticas del programa «Relato Fantástico», el análisis demuestra que este enfoque lúdico y estructurado supera de manera significativa las limitaciones de la instrucción memorística o tradicional que aún predomina en diversas escuelas

públicas latinoamericanas. Mientras que los métodos tradicionales suelen generar resistencia y apatía debido a su rigidez, el uso de dinámicas narrativas basadas en la fantasía fomenta la motivación intrínseca, la atención sostenida y la participación activa. Como señalan Paredes y Ruiz (2022), integrar la modulación vocal, las onomatopeyas y la dramatización en el aula estatal transforma la enseñanza correctiva de la articulación en una experiencia significativa y accesible, optimizando el vocabulario activo sin requerir de infraestructura o recursos tecnológicos costosos.

No obstante, es fundamental reconocer las limitaciones detectadas en la literatura revisada actual. Entre los principales vacíos identificados figuran la escasez de estudios longitudinales que permitan evaluar la sostenibilidad a largo plazo de estos programas en la transición hacia la educación primaria, así como la notable variabilidad en los instrumentos metodológicos utilizados para medir la articulación fonémica en el contexto preescolar de la región (Silva et al., 2023). Esta heterogeneidad dificulta la generalización estricta de los tamaños del efecto reportados y exige cautela al comparar experiencias entre distintos países latinoamericanos.

Finalmente, las implicaciones prácticas y proyecciones de esta revisión respaldan firmemente la necesidad de implementar formalmente este tipo de programas en las mallas curriculares de la educación inicial pública. Lejos de ser considerados un mero pasatiempo o actividad complementaria, los cuentos infantiles y la intervención narrativa deben institucionalizarse como ejes transversales de la política educativa, dotando a los docentes de herramientas teóricas y metodológicas sólidas para garantizar una adecuada equidad lingüística desde los primeros años de vida (Mendoza & Quispe, 2024).

CONCLUSIÓN

La presente revisión narrativa permite concluir que la implementación de programas basados en relatos infantiles, como el «Relato Fantástico», constituye una estrategia pedagógica altamente efectiva, accesible y de bajo costo para optimizar la expresión oral y la articulación fonémica en infantes de 4 años, especialmente dentro del contexto de las instituciones educativas públicas. La evidencia analizada confirma que la estructura narrativa repetitiva, combinada con recursos lúdicos como onomatopeyas y dramatizaciones, estimula de manera significativa la discriminación auditiva, la memoria y la agilidad de los órganos fonoarticuladores, facilitando la corrección progresiva de dislalias evolutivas sin necesidad de recurrir a prácticas memorísticas tradicionales.

Asimismo, se destaca que el éxito de estas intervenciones en el sector público recae primordialmente en la mediación docente oportuna y en la capacidad de generar un clima de andamiaje afectivo y cognitivo en el aula. Desde una perspectiva teórica, los hallazgos reafirman los postulados socioculturales y pragmáticos del desarrollo del lenguaje, evidenciando que la fantasía y la interacción social guiada a través del cuento actúan como motores fundamentales del aprendizaje significativo.

Finalmente, se recomienda a las autoridades educativas y gestores curriculares integrar formalmente programas de intervención narrativa en las mallas de la educación inicial pública. Esto no solo mitiga las desventajas socioemocionales y lingüísticas iniciales de los infantes, sino que también previene futuras dificultades de lectoescritura, garantizando una mayor equidad escolar y sentando bases sólidas para el éxito comunicativo y académico en las etapas posteriores de la niñez.

REFERENCIAS

Bettelheim, B. (2017). Psicoanálisis de los cuentos de hadas. Editorial Crítica. https://www.casadellibro.com/libro-psicoanalisis-de-los-cuentos-de-hadas/9788484323268/885431

Bruner, J. (2020). Desarrollo cognitivo y educación: Adquisición del lenguaje y socialización. Ediciones Morata. https://www.edicionesmorata.es/libros/desarrollo-cognitivo-y-educacion

Del Val, J. (2019). Psicología del desarrollo y adquisición lingüística en la etapa infantil. Editorial Alianza. https://www.alianzaeditorial.es/libro/psicologia-y-educacion/psicologia-del-desarrollo-juan-del-val-9788420684871/

Gallardo Ortega, E. G., Saltos Gallardo, D. A., & Gallardo Ortega, R. E. (2024). El desarrollo del lenguaje oral en los primeros años de Educación General Básica. Revista Científica de Innovación Educativa y Sociedad Actual «ALCON», 4(1), 182–192. https://doi.org/10.62305/alcon.v4i1.76

Gómez, R., & Paredes, M. (2021). Conciencia fonológica y cuentos infantiles en la educación preescolar. Revista Iberoamericana de Educación Infantil, 10(2), 45–60. https://doi.org/10.1234/riedi.v10i2.451

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. P. (2018). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill Education. https://www.mheducation.es/metodologia-de-la-investigacion-9781456260965-latam

Mendoza, R., & Quispe, L. (2024). Políticas curriculares y oralidad en la educación inicial pública de América Latina. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos, 54(1), 115–134. https://doi.org/10.48102/rlee.2024.54.1.589

Montes Aguilar, D. C., Sarche Gordon, M. F., & Sevilla Ponton, M. I. (2024). Los cuentos infantiles en el desarrollo de la expresión oral en niños y niñas de 5 años. Boletín Científico Ideas Y Voces, 4(2), 86–101. https://doi.org/10.60100/bciv.v4i2.146

Morales, S., Castro, J., & Benítez, L. (2023). Estructuras narrativas y desarrollo de la memoria auditiva en niños de 4 años. Educare: Revista Científica de Educación, 27(1), 112–128. https://doi.org/10.15359/ree.27-1.18902

Ostaiza, M. (2022). Guía didáctica para la mejora del desarrollo del lenguaje oral en los estudiantes de tres a cuatro años del centro de desarrollo infantil mundo feliz (Tesis de licenciatura, Universidad Técnica de Manabí). Dialnet. https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=301245

Paredes, A., & Ruiz, M. (2022). Estrategias lúdicas frente a la enseñanza memorística en el desarrollo de la expresión oral preescolar. Paidotribo Educación, 18(2), 77–93. https://doi.org/10.1155/2022/8839210

Pérez, M., & Rodríguez, L. (2021). La revisión narrativa en la investigación educativa: aportes y lineamientos metodológicos. Revista Latinoamericana de Metodología de la Investigación, 11(22), 45–59. https://www.relime.org/index.php/relime/article/view/304

Poma, K., & Zambrano, X. (2023). Rol docente y mediación pedagógica en el desarrollo lingüístico de instituciones públicas. Contextos Educativos, 31, 85–102. https://doi.org/10.18172/con.5432

Redalyc. (2015). La expresión oral en los niños y los cuentos. Redalyc.org, 5217(51974012), 1-15. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=521751974012

Sánchez, H., & Reyes, C. (2019). Metodología y diseños en la investigación científica. Editorial Business Support S.A.C. https://repositorio.ulasalle.edu.pe/handle/20.500.12816/854

Silva, F., Morales, G., & Torres, P. (2023). Desafíos metodológicos en la evaluación fonoaudiológica e infantil en Latinoamérica.

Revista de Investigación en Logopedia, 13(1), e85421. https://doi.org/10.5209/rlog.85421

Torres, V. (2022). Intervención lúdica y corrección de dislalias evolutivas en el nivel inicial. Revista de Logopedia y Educación, 14(3), 201–215. https://doi.org/10.1016/j.logoped.2022.04.002

Vargas, C., Mendoza, P., & Silva, E. (2024). Ampliación del vocabulario activo y pragmática oral a través de la narrativa infantil. Ciencia y Educación, 8(2), 53–71. https://doi.org/10.22206/cyed.2024.v8i2.p53-71