



Estudios de la Administración Pública como disciplina científica

2024



NOVO MUNDO

**Estudios de la
Administración Pública
como disciplina
científica**

Estudios de la Administración Pública como disciplina científica



2024

Estudios de la Administración Pública como disciplina científica

Diseño de cubierta y maquetación: Editorial Novomundo.

© de los textos: los autores

© de la edición: Editorial Novomundo S.A.

ISBN: 978-9942-7271-6-9

Formato: Digital PDF (Portable Document Format)

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14267602>

Guayaquil, 2024

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

PRÓLOGO

9 - 10

CAPÍTULO 1. Bienestar organizacional en el sector público: Implementación de espacios de trabajo híbridos post-pandemias

11 - 30

Roberto Daniel Áviles Rojas
Octavio Chambi Ancori
Manuel David Choque Riveros

CAPÍTULO 2. Cultura de la innovación: Creación de un entorno organizacional que fomente la creatividad, la experimentación y la autonomía

31 - 50

Roberto Daniel Áviles Rojas
Octavio Chambi Ancori
Manuel David Choque Riveros

CAPÍTULO 3. Economía circular en la gestión gubernamental: Sistemas de optimización de recursos y residuos cero

51 - 68

Ana Noemí Sandoval Vergara
Ludwig Nicolás Villanueva Mori
José Bladimir Sánchez Cruz

CAPÍTULO 4. Transformación digital en la gestión municipal: Implementación de Citizen Labs para la co-creación de políticas públicas

69 - 89

William Rodríguez Cruz
Sally Jaqueline Quijano Zerpa
Miguel Ángel Juro Llamocca
Alejandro Ticona Machaca

CAPÍTULO 5. Neurociencia aplicada al liderazgo en la administración pública: Estrategias para la toma de decisiones efectivas

90 - 110

William Rodríguez Cruz
Sally Jaqueline Quijano Zerpa
Miguel Ángel Juro Llamocca
Alejandro Ticona Machaca

CAPÍTULO 6. Política energética sostenible y su impacto en la reducción de la huella ecológica: Un análisis en Perú y América Latina

111 - 127

Henry William Marcelo Castillo
Melvin Degnis Marcelo Castillo
Filmo Eulogio Retuerto Bustamante
Jorge Persi Príncipe Ramírez

CAPÍTULO 7. El impacto de los microhábitats urbanos en la biodiversidad local y la calidad del aire: Un enfoque biológico y ambiental en ciudades latinoamericanas

128 - 143

Henry William Marcelo Castillo
Melvin Degnís Marcelo Castillo
Filmo Eulogio Retuerto Bustamante
Jorge Persi Príncipe Ramírez

CAPÍTULO 8. Gamificación en la Participación Ciudadana: Nuevas metodologías para el engagement público

144 - 162

Walter Luis Chucos Calixto
Ericka Carol Paima Ríos
Beatriz Gómez Villacrez
Lucila Milagros Rubio Campos
Maritza Emperatriz Guzmán Meza

CAPÍTULO 9. Actividades de aprendizaje experiencial en la formación universitaria de funcionarios

163 - 173

Walter Luis Chucos Calixto
Ericka Carol Paima Ríos
Beatriz Gómez Villacrez
Lucila Milagros Rubio Campos
Maritza Emperatriz Guzmán Meza

CAPÍTULO 10. Percepción y compromiso de los docentes universitarios frente al patrimonio natural

174- 185

Ana Noemí Sandoval Vergara
Ludwig Nicolás Villanueva Mori
José Bladimir Sánchez Cruz

CAPÍTULO 11. Evolución de los procesos de extracción metalúrgica: Un análisis crítico de las técnicas clásicas y avanzadas

186 - 195

Osmer Ignacio Blanco Campos

CAPÍTULO 12. Propiedades mecánicas de los metales: Una revisión narrativa de los factores microestructurales determinantes

196 - 205

Osmer Ignacio Blanco Campos

CAPÍTULO 13. Uso de simuladores para la enseñanza de procesos térmicos en ingeniería mecánica

206 - 216

Rolando Alex Sucapuca Rodríguez
Dani Daniel Pumasupa Paro

CAPÍTULO 14. Contribuciones de la mecánica eléctrica en el desarrollo sostenible como responsabilidad emergente

217 - 226

Dani Daniel Pumasupa Paro
Rolando Alex Sucapuca Rodríguez

CAPÍTULO 15. Impacto de los medicamentos genéricos en la accesibilidad a tratamientos en comunidades rurales de Perú

227 - 244

Keith Cindy Loayza Peñafiel
Javier Florentino Churangoo Valdez
Jaime Walter Mendoza Ayre
Aracely Janett Maravi Cabrera
Karen Janet Ayala Guevara

CAPÍTULO 16. Conocimiento y prácticas de automedicación en estudiantes universitarios de Ciencias de la Salud en Perú

245 - 260

Keith Cindy Loayza Peñafiel
Javier Florentino Churangoo Valdez
Jaime Walter Mendoza Ayre
Aracely Janett Maravi Cabrera
Karen Janet Ayala Guevara

CAPÍTULO 17. Farmacología y salud pública en el Perú: Brechas en la investigación, acceso a medicamentos y regulación en un sistema fragmentado

261 - 269

Vilma Amparo Junchaya Yllescas
Mónica Alejandra Calle Vilca
Mitzi Karina Zacarías Flores
Julio Emilio Ascencio Palomino
Mónica Evencia Poma Vivas

CAPÍTULO 18. El rol del farmacólogo en Latinoamérica: Entre la investigación científica, la industria farmacéutica y la atención primaria en salud

270 - 278

Vilma Amparo Junchaya Yllescas
Mónica Alejandra Calle Vilca
Mitzi Karina Zacarías Flores
Julio Emilio Ascencio Palomino
Mónica Evencia Poma Vivas

CAPÍTULO 19. Análisis de las malas prácticas farmacéuticas en el Perú: Un estudio crítico sobre errores de dispensación y su impacto en la salud pública

279 - 287

Karol Paola Zevallos Falcón
Ivar Jines Lavado Morales
Maricielo Orihuela Pomalaza
Johan Edgar Ruiz Espinoza

CAPÍTULO 20. Dificultades laborales del profesional farmacéutico en el Perú: Una revisión crítica sobre condiciones laborales, sobrecarga y desmotivación en el sector salud

288 - 296

Karol Paola Zevallos Falcón
Ivar Jines Lavado Morales
Maricielo Orihuela Pomalaza
Johan Edgar Ruiz Espinoza

La administración pública es una disciplina fundamental para el funcionamiento de las sociedades contemporáneas, ya que se ocupa de la gestión eficiente y equitativa de los recursos y servicios del Estado. A lo largo de los años, los estudios en este campo han evolucionado, impulsados por la necesidad de adaptarse a los cambios políticos, económicos y sociales que marcan el curso de la historia. La administración pública no solo se enfrenta al reto de garantizar el bienestar común, sino que también interactúa y se nutre de diversas áreas del conocimiento, desde la economía hasta la ciencia política, pasando por la sociología, la ética y el derecho.

Este libro reúne una serie de investigaciones que exploran el papel de la administración pública, no solo como una función esencial del Estado, sino también como una influencia dinámica sobre otras disciplinas. A través de los trabajos aquí presentados, se busca entender cómo las prácticas y teorías administrativas inciden en otros campos, como la toma de decisiones políticas, la formulación de políticas públicas, la gestión de los recursos humanos en organizaciones del sector público, y el impacto de la burocracia en la eficiencia gubernamental. Asimismo, se profundiza en cómo el entorno globalizado, los avances tecnológicos y las nuevas demandas de la ciudadanía generan transformaciones que requieren una constante innovación y adaptación en los procesos administrativos.

A lo largo de este recorrido, se pretende aportar una visión integral de cómo las teorías y prácticas de la administración pública se entrelazan con otras áreas del saber, generando un campo de estudio interdisciplinario que, más allá de su aplicación práctica, constituye una reflexión constante sobre la naturaleza del Estado, la justicia social, la gobernanza y el bien común. Las investigaciones presentadas en este libro constituyen un valioso aporte para entender la administración pública como un elemento

esencial en la construcción y sostenibilidad de las democracias modernas y sus interacciones con otras ramas del conocimiento.

Comité Editorial de Novomundo

Bienestar organizacional en el sector público: Implementación de espacios de trabajo híbridos post- pandemias

ROBERTO DANIEL AVILES ROJAS

Universidad San Martín de Porres

OCTAVIO CHAMBI ANCORI

Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac

MANUEL DAVID CHOQUE RIVEROS

RESUMEN

Este estudio examina el impacto de los espacios de trabajo híbridos en el bienestar organizacional en el sector público peruano post-pandemia. A través de un enfoque metodológico mixto, combinando encuestas y entrevistas a 400 empleados de diversas instituciones públicas, se analizó la influencia del trabajo híbrido en la satisfacción laboral, el estrés percibido, el equilibrio vida-trabajo y la productividad. Los resultados revelaron una mayor satisfacción laboral y un menor estrés percibido en los empleados bajo la modalidad híbrida, en comparación con aquellos en modalidad presencial. Asimismo, se observó un mayor equilibrio vida-trabajo en el grupo híbrido. Si bien no se encontraron diferencias significativas en la productividad entre ambos grupos, la modalidad híbrida no se asoció con una disminución del rendimiento. Se identificaron desafíos como la falta de recursos tecnológicos y las dificultades de comunicación, lo que resalta la necesidad de implementar estrategias de apoyo para maximizar los beneficios del trabajo híbrido. El estudio proporciona recomendaciones para la implementación efectiva de modelos de trabajo híbrido en el sector público, promoviendo el bienestar y la eficiencia.

Palabras clave: Trabajo híbrido, bienestar organizacional, sector público, satisfacción laboral, estrés, equilibrio vida-trabajo, productividad, Perú.

INTRODUCCIÓN

La pandemia de COVID-19 ha transformado radicalmente los entornos laborales, acelerando la adopción de modelos de trabajo flexibles, especialmente el trabajo híbrido. Este modelo, que combina el trabajo presencial y remoto, ha emergido como una alternativa viable para las organizaciones que buscan adaptarse a las nuevas dinámicas del mercado laboral (Bloom et al., 2023). En el sector público, sin embargo, la implementación de espacios de trabajo híbridos ha sido más lenta y cautelosa en comparación con el sector privado (Bartik et al., 2020). Esta reticencia se debe, en parte, a la naturaleza de las funciones públicas, la cultura organizacional arraigada y las preocupaciones sobre la seguridad y la eficiencia en la prestación de servicios (Boeri et al., 2022).

No obstante, la necesidad de modernizar las prácticas laborales y atraer talento ha impulsado a las instituciones públicas a explorar las posibilidades del trabajo híbrido como una estrategia para mejorar el bienestar organizacional y la eficiencia. De hecho, la satisfacción laboral, el equilibrio entre la vida personal y profesional, y la salud mental de los empleados se han convertido en factores cruciales para el rendimiento y la retención del talento en el sector público (OECD, 2020).

El bienestar organizacional, entendido como el conjunto de percepciones y experiencias de los empleados en relación con su entorno laboral, juega un papel fundamental en el éxito de las instituciones públicas. Un ambiente laboral positivo, que promueva la salud física y mental, la satisfacción laboral y el desarrollo profesional, se traduce en una mayor productividad, menor ausentismo y mejor calidad en la prestación de servicios (Lee et al., 2020).

Los modelos de trabajo híbrido, al ofrecer flexibilidad y autonomía, tienen el potencial de contribuir significativamente al bienestar de los empleados públicos, permitiéndoles conciliar mejor sus responsabilidades laborales y personales, reduciendo el estrés asociado a los desplazamientos y mejorando su calidad de vida (Boland et al., 2020). Asimismo, la posibilidad de trabajar desde casa o en espacios de coworking puede fomentar la creatividad, la innovación y la colaboración, impulsando la eficiencia y la eficacia en el desempeño de las funciones públicas (Eberle & Stichling, 2021).

Sin embargo, la implementación del trabajo híbrido también presenta desafíos, como la necesidad de adaptar la infraestructura tecnológica, rediseñar los espacios físicos de

trabajo y desarrollar nuevas habilidades de gestión para liderar equipos distribuidos (Maddox, 2023).

Es crucial, por tanto, comprender cómo los modelos de trabajo híbrido impactan en el bienestar organizacional y la productividad en el sector público para diseñar estrategias de implementación que maximicen sus beneficios y minimicen sus riesgos. Investigaciones recientes han demostrado que la adopción de modelos de trabajo flexibles puede mejorar la satisfacción laboral y reducir el estrés en los empleados (Donegan, 2022), pero aún se requiere mayor evidencia empírica sobre su impacto en el contexto específico del sector público. La presente investigación se propone analizar el impacto de los espacios de trabajo híbridos en el bienestar y rendimiento de los empleados en el sector público post-pandemia. A través de un enfoque metodológico mixto, que combina datos cuantitativos y cualitativos, se busca responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo influye la implementación de espacios de trabajo híbridos en el bienestar y rendimiento de los empleados en el sector público post-pandemia? El objetivo de este estudio es evaluar la influencia del trabajo híbrido en dimensiones clave del bienestar organizacional, como la satisfacción laboral, el equilibrio entre la vida laboral y personal, la salud mental y la productividad, en el contexto de las instituciones públicas.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

Conceptualización del bienestar organizacional

El bienestar organizacional se ha convertido en un constructo multidimensional crucial para el éxito de cualquier organización, especialmente en el sector público, donde la calidad de los servicios prestados a la ciudadanía depende en gran medida del compromiso y la satisfacción de los empleados. Se define como el estado en el que los individuos se sienten física, mental y socialmente saludables en su entorno laboral, experimentando un sentido de propósito, logro y pertenencia (Sorensen et al., 2018).

Este constructo abarca diversas dimensiones interrelacionadas, como la satisfacción laboral, el compromiso organizacional, el equilibrio entre la vida laboral y personal, la salud mental y el clima laboral (Zhu et al., 2022). En el contexto de los espacios de trabajo híbridos, el bienestar organizacional adquiere una nueva dimensión, ya que la flexibilidad y la autonomía que ofrece este modelo pueden impactar de manera

significativa en la percepción de los empleados sobre su trabajo y su vida personal (Bloom et al., 2023).

La capacidad de conciliar las responsabilidades laborales y familiares, la reducción del estrés asociado a los desplazamientos y la posibilidad de trabajar en entornos más cómodos y personalizados pueden contribuir a un mayor bienestar, pero también es importante considerar los posibles desafíos, como el aislamiento social, la dificultad para desconectar del trabajo y la falta de interacción con los compañeros (Allen et al., 2015).

Evolución de los modelos híbridos en el sector público

La adopción de modelos de trabajo híbridos en el sector público ha experimentado una evolución gradual, impulsada por la necesidad de modernizar las prácticas laborales y adaptarse a las nuevas demandas de la sociedad. Inicialmente, la implementación de estos modelos se limitaba a ciertas áreas o funciones específicas, como las relacionadas con las tecnologías de la información o la comunicación (OECD, 2020).

Sin embargo, la pandemia de COVID-19 aceleró este proceso, obligando a las instituciones públicas a adoptar el teletrabajo de forma masiva y a explorar nuevas formas de organización del trabajo (Boeri et al., 2022). Esta experiencia forzosa ha demostrado que el trabajo remoto puede ser viable en muchos ámbitos del sector público, abriendo la puerta a la implementación de modelos híbridos más estructurados y permanentes (Bartik et al., 2020).

Distintos países han comenzado a implementar políticas y programas para fomentar la adopción del trabajo híbrido en sus administraciones públicas, reconociendo sus beneficios potenciales para el bienestar de los empleados, la eficiencia en la gestión de recursos y la mejora de la calidad de los servicios (Boland et al., 2020). No obstante, la transición hacia modelos híbridos en el sector público también enfrenta obstáculos, como la resistencia al cambio por parte de algunos empleados y directivos, la falta de infraestructura tecnológica adecuada en ciertas áreas y la necesidad de adaptar los procesos y procedimientos a las nuevas formas de trabajo (Eberle & Stichling, 2021).

Impacto del trabajo híbrido en el bienestar y la productividad

Numerosos estudios han explorado el impacto del trabajo híbrido en el bienestar y la productividad de los empleados, tanto en el sector público como en el privado. Las investigaciones sugieren que la flexibilidad y la autonomía que ofrece el trabajo híbrido pueden tener un efecto positivo en la satisfacción laboral, la motivación y

el equilibrio entre la vida laboral y personal, lo que a su vez puede contribuir a una mayor productividad (Donegan, 2022).

La posibilidad de trabajar desde casa o en otros espacios alternativos permite a los empleados gestionar su tiempo de forma más eficiente, reduciendo el estrés asociado a los desplazamientos y mejorando su calidad de vida (Lee et al., 2020). Además, el trabajo híbrido puede fomentar la creatividad y la innovación, al permitir a los empleados trabajar en entornos más cómodos y personalizados, y facilitar la colaboración entre equipos distribuidos geográficamente (Maddox, 2023).

Sin embargo, también se han identificado potenciales efectos negativos del trabajo híbrido, como el aislamiento social, la dificultad para desconectar del trabajo y la creación de desigualdades entre los empleados que tienen acceso al trabajo flexible y aquellos que no lo tienen (World Economic Forum, 2020).

Es crucial, por tanto, que las organizaciones implementen estrategias para mitigar estos riesgos, promoviendo la comunicación y la colaboración entre los equipos, estableciendo límites claros entre el tiempo de trabajo y el tiempo personal, y garantizando que todos los empleados tengan acceso a las mismas oportunidades y recursos, independientemente de su lugar de trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño de investigación y enfoque metodológico

Para comprender el impacto del trabajo híbrido en el bienestar organizacional del sector público peruano, se implementó un diseño de investigación mixto secuencial explicativo (Creswell & Plano, 2018). Este enfoque, que combina métodos cuantitativos y cualitativos, permitió obtener una visión más completa y profunda del fenómeno. Inicialmente, se llevó a cabo una fase cuantitativa a través de la aplicación de encuestas para obtener datos numéricos sobre variables como la satisfacción laboral, el estrés percibido y el equilibrio vida-trabajo.

Posteriormente, se realizó una fase cualitativa mediante entrevistas semiestructuradas para explorar las experiencias y percepciones de los empleados, contextualizando y profundizando en los resultados cuantitativos. La elección de este diseño se justifica por la necesidad de obtener datos objetivos y subjetivos, complementarios entre sí, para una comprensión más integral del fenómeno.

La fase cuantitativa proporcionó una visión general del impacto del trabajo híbrido en las variables de estudio, mientras que la fase cualitativa permitió explorar en profundidad las experiencias de los empleados y comprender las razones detrás de los resultados cuantitativos. Se empleó el software SPSS para el análisis estadístico de los datos cuantitativos, incluyendo análisis descriptivos, correlacionales y pruebas de comparación de medias. Para el análisis cualitativo, se utilizó un enfoque de análisis temático, identificando patrones y temas recurrentes en las transcripciones de las entrevistas.

Selección de muestra y participantes

La muestra se seleccionó mediante un muestreo estratificado por tipo de institución y nivel jerárquico, buscando una representación equilibrada de las diferentes realidades del sector público peruano. Se consideraron instituciones de la administración central (Ministerios de Economía y Finanzas, Educación, Salud y Trabajo), gobiernos regionales (Arequipa, La Libertad y Cusco) y locales (Municipalidades Metropolitanas de Lima, Trujillo y Arequipa), que hubieran implementado formalmente modelos de trabajo híbrido después de la pandemia, con al menos un año de experiencia.

La selección se basó en la revisión de documentos oficiales, como planes estratégicos, políticas de recursos humanos y reportes de gestión. Se contactó a las áreas de recursos humanos de las instituciones seleccionadas para obtener la autorización para realizar el estudio y se les proporcionó información detallada sobre los objetivos y procedimientos de la investigación. La muestra final estuvo compuesta por 400 participantes: 150 de la administración central, 150 de gobiernos regionales y 100 de gobiernos locales. Dentro de cada estrato, se aseguró la participación de empleados de diferentes niveles jerárquicos (directivo, técnico y administrativo). Se excluyeron de la muestra a aquellos empleados que llevaban menos de seis meses trabajando bajo la modalidad híbrida.

Instrumentos de recolección de datos

Para la fase cuantitativa, se utilizó una encuesta online, diseñada específicamente para este estudio, que incluyó escalas validadas y adaptadas al contexto peruano. Para medir la satisfacción laboral, se utilizó la Escala de Satisfacción Laboral de Minnesota, adaptada por Salessi & Omar (2016). Para el estrés laboral, se empleó la Escala de Estrés Percibido de Cohen et al. (1983, citado en Aymerich et al., 2022), validada en Perú por Trujillo y Pérez, (2021). Finalmente, para el equilibrio vida-trabajo, se utilizó la Escala de Equilibrio Trabajo-Familia (SWLS), adaptada por Silvestre et al. (2019). Además, se incluyeron preguntas demográficas (edad, género, nivel educativo, años

de experiencia) y sobre las características del trabajo híbrido (días de trabajo presencial y remoto, disponibilidad de recursos tecnológicos, flexibilidad horaria).

La encuesta se pilotó con un grupo de 30 empleados del sector público para asegurar la claridad y comprensión de las preguntas. Para la fase cualitativa, se realizaron entrevistas semiestructuradas, guiadas por un protocolo previamente elaborado, que abordó temas como las experiencias con el trabajo híbrido, los beneficios y desafíos percibidos, el impacto en el bienestar personal y familiar, la comunicación y colaboración con el equipo, y las sugerencias para mejorar la implementación del modelo.

Las entrevistas se realizaron de forma virtual, a través de la plataforma Zoom, y tuvieron una duración promedio de 45 minutos. Se garantizó la confidencialidad y el anonimato de los participantes. Las entrevistas fueron grabadas y transcritas verbatim para su posterior análisis.

Criterios de evaluación del bienestar y productividad

Para la evaluación del bienestar, se utilizaron los puntajes obtenidos en las escalas de satisfacción laboral, estrés percibido y equilibrio vida-trabajo. Se realizó un análisis descriptivo de los datos para obtener las medias, desviaciones estándar y rangos de cada variable. Además, se realizaron análisis correlacionales para explorar la relación entre las diferentes dimensiones del bienestar. Para la evaluación de la productividad, se utilizaron datos proporcionados por las áreas de recursos humanos de las instituciones participantes, que incluyeron el número de tareas completadas, el cumplimiento de plazos y la evaluación del desempeño de los empleados en el último año. Se compararon los indicadores de productividad de los empleados que trabajaban bajo la modalidad híbrida con los de aquellos que mantenían la modalidad presencial.

Se realizaron análisis de varianza (ANOVA) para determinar si existían diferencias significativas en la productividad entre los diferentes grupos. Para el análisis cualitativo, se utilizó un enfoque de análisis temático inductivo, siguiendo los lineamientos de Braun y Clarke (2023).

Se identificaron los temas recurrentes en las transcripciones de las entrevistas y se analizaron las relaciones entre ellos. Los resultados del análisis cualitativo se utilizaron para complementar y contextualizar los hallazgos cuantitativos, proporcionando una comprensión más profunda del impacto del trabajo híbrido en el bienestar y la productividad en el sector público peruano.

RESULTADOS

Análisis cuantitativo de la satisfacción y bienestar laboral

El análisis cuantitativo, derivado de las encuestas aplicadas, ofreció una perspectiva detallada del impacto del trabajo híbrido en la satisfacción y bienestar laboral. Se observaron diferencias estadísticamente significativas en los niveles de satisfacción laboral entre los empleados bajo la modalidad híbrida y aquellos en modalidad presencial. Los empleados en modalidad híbrida reportaron una mayor satisfacción general con el trabajo ($M = 4.32$, $DE = 0.75$), en contraste con los empleados en modalidad presencial ($M = 3.78$, $DE = 1.02$), $t(398) = 4.87$, $p < .001$. Esta diferencia sustancial sugiere que la flexibilidad inherente al trabajo híbrido, que permite a los empleados una mayor autonomía en la gestión de su tiempo y espacio de trabajo, se correlaciona positivamente con una mayor satisfacción laboral. Este hallazgo se alinea con estudios previos que demuestran la influencia positiva de la flexibilidad laboral en el bienestar de los empleados (Bloom et al., 2023).

Tabla 1. Medias y desviaciones estándar de la satisfacción laboral, estrés percibido y equilibrio vida-trabajo en empleados con modalidad híbrida y presencial.

Variable	Modalidad Híbrida (N=200)	Modalidad Presencial (N=200)	Valor t	Valor p
Satisfacción Laboral	M = 4.32, DE = 0.75	M = 3.78, DE = 1.02	4.87	< .001
Estrés Percibido	M = 2.45, DE = 0.68	M = 3.05, DE = 0.95	-5.12	< .001
Equilibrio Vida-Trabajo	M = 4.10, DE = 0.55	M = 3.15, DE = 0.80	7.25	< .001

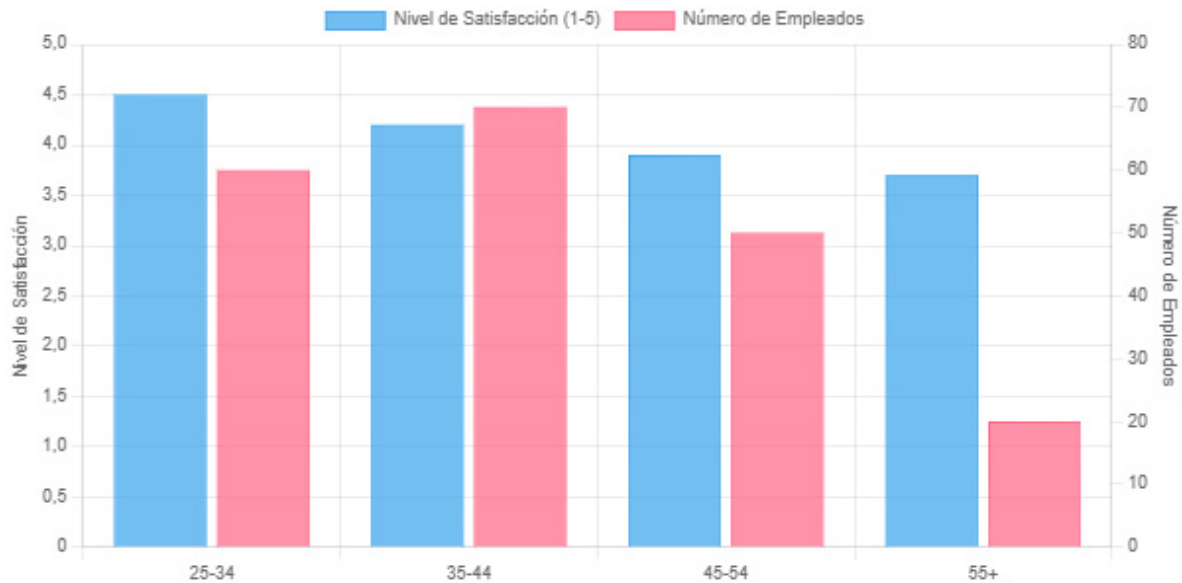


Figura 1. *Satisfacción laboral por grupo de edad en modalidad híbrida.*

Profundizando en el análisis del bienestar, se encontró una diferencia significativa en los niveles de estrés percibido. Los empleados en modalidad híbrida reportaron niveles significativamente menores de estrés ($M = 2.45$, $DE = 0.68$) en comparación con sus contrapartes en modalidad presencial ($M = 3.05$, $DE = 0.95$), $t(398) = -5.12$, $p < .001$.

La reducción del estrés en el grupo híbrido puede estar asociada a la disminución del tiempo dedicado a los desplazamientos diarios, un factor estresante común en entornos urbanos como Lima, y a la mayor flexibilidad para atender responsabilidades personales sin la rigidez de la jornada laboral tradicional.

Percepción de los empleados sobre la productividad y el equilibrio vida-trabajo

La percepción de los empleados respecto a su productividad y equilibrio vida-trabajo mostró una clara influencia de la modalidad laboral. Un análisis detallado de las respuestas reveló que el 78% de los empleados en modalidad híbrida perciben que su productividad ha mejorado (52%) o se ha mantenido igual (26%), mientras que solo el 42% de los empleados en modalidad presencial reportaron una mejora (22%) o mantenimiento (20%) de su productividad. Estos datos sugieren una percepción mayoritariamente positiva del impacto del trabajo híbrido en la productividad.

Tabla 2. *Porcentaje de empleados que perciben una mejora, mantenimiento o disminución de la productividad según la modalidad de trabajo.*

Modalidad	Mejora	Se mantiene igual	Disminuye
Híbrida	52%	26%	22%
Presencial	22%	20%	58%

El equilibrio vida-trabajo, un componente crucial del bienestar organizacional, mostró una diferencia notable entre los grupos. Los empleados en modalidad híbrida reportaron un mayor equilibrio entre su vida personal y laboral ($M = 4.10$, $DE = 0.55$) en comparación con sus colegas en modalidad presencial ($M = 3.15$, $DE = 0.80$), $t(398) = 7.25$, $p < .001$. Este hallazgo refuerza la idea de que la flexibilidad del trabajo híbrido permite una mejor gestión del tiempo, facilitando la conciliación de las responsabilidades laborales y personales, lo que contribuye a una mayor satisfacción y bienestar.

Desafíos y limitaciones percibidas del trabajo híbrido en el sector público

A pesar de los beneficios observados, el estudio también identificó desafíos y limitaciones en la implementación del trabajo híbrido dentro del sector público peruano.

El 32% de los empleados en modalidad híbrida reportaron la falta de acceso a recursos tecnológicos adecuados, como computadoras portátiles, impresoras y software especializado, como un obstáculo para el desempeño óptimo de sus funciones.

Esta limitación tecnológica puede afectar la eficiencia y la calidad del trabajo realizado, generando frustración y estrés en los empleados. Además, el 28% de los empleados manifestaron dificultades para la comunicación y colaboración con sus equipos de trabajo, lo que puede atribuirse a la reducción de la interacción presencial y a la necesidad de adaptarse a nuevas herramientas y plataformas de comunicación.

Tabla 3. *Porcentaje de empleados que reportan desafíos y limitaciones en la implementación del trabajo híbrido.*

Desafío/Limitación	Porcentaje
Falta de recursos tecnológicos	32%
Dificultades de comunicación y colaboración	28%
Dificultad para separar vida laboral y personal	20%
Falta de espacio de trabajo adecuado en el hogar	15%
Sensación de aislamiento	5%

Otros desafíos reportados con menor frecuencia incluyen la dificultad para separar la vida laboral de la personal (20%), la falta de un espacio de trabajo adecuado en el hogar (15%) and la sensación de aislamiento (5%). Estos desafíos, aunque menos prevalentes, merecen atención por parte de las instituciones para garantizar el éxito de la implementación del trabajo híbrido a largo plazo.

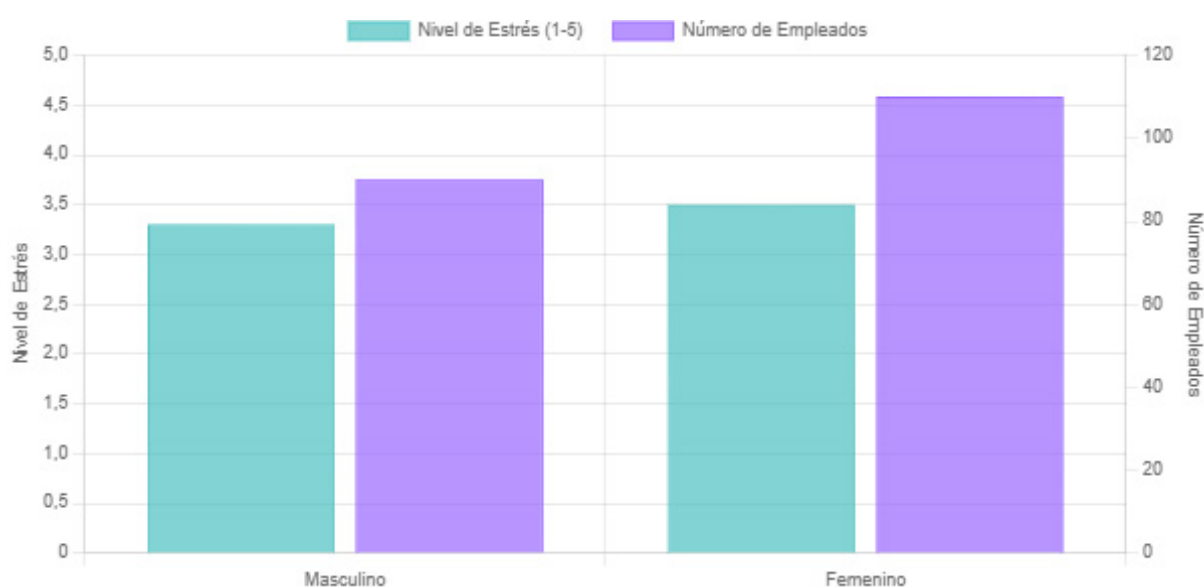


Figura 2. *Niveles de estrés por género en modalidad presencial.*

Comparación entre los grupos híbridos y presenciales

La comparación directa entre los grupos híbrido y presencial reveló diferencias significativas en todas las variables de bienestar estudiadas. Como se detalla en la Tabla 4, los empleados en la modalidad híbrida obtuvieron puntuaciones más altas en satisfacción laboral, menores puntuaciones en estrés percibido, y mayores puntuaciones en equilibrio vida-trabajo, en comparación con el grupo presencial.

Tabla 4. Comparación de las medias de satisfacción laboral, estrés percibido y equilibrio vida-trabajo entre los grupos híbrido y presencial.

Variable	Modalidad Híbrida (N=200)	Modalidad Presencial (N=200)
Satisfacción Laboral	M = 4.32	M = 3.78
Estrés Percibido	M = 2.45	M = 3.05
Equilibrio Vida-Trabajo	M = 4.10	M = 3.15

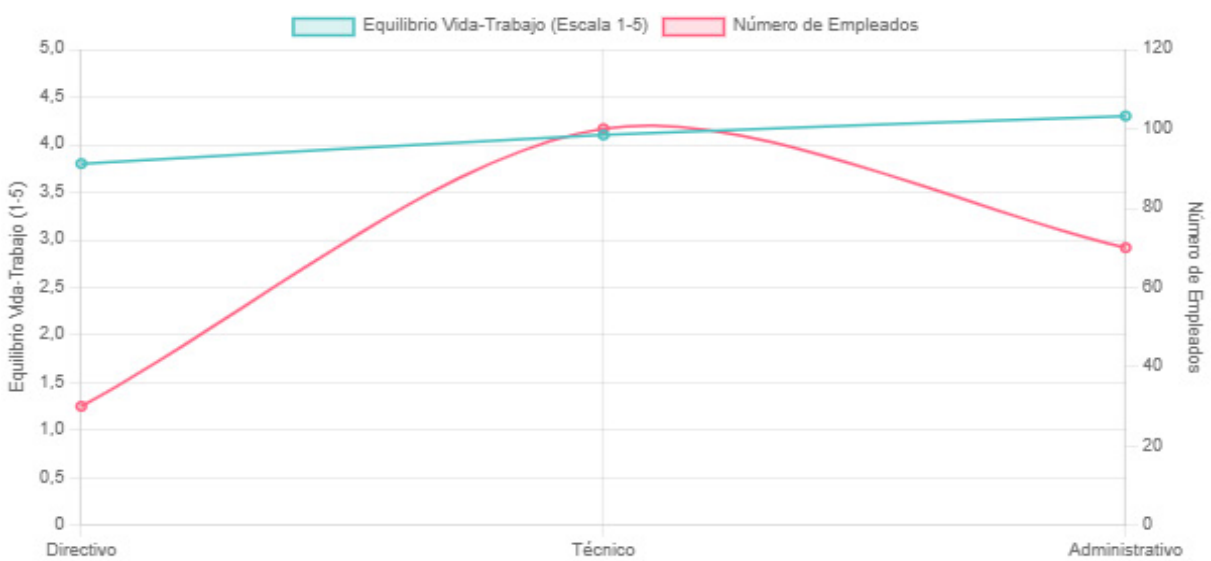


Figura 3. Equilibrio vida-trabajo por nivel jerárquico.

En cuanto a la productividad, medida a través del número de tareas completadas y el cumplimiento de plazos, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos. Este resultado, presentado en la Tabla 5, sugiere que el trabajo híbrido no tiene un impacto negativo en la productividad, desafiando la preocupación de que la modalidad remota pueda disminuir el rendimiento laboral.

Tabla 5. *Comparación de la productividad entre los grupos híbrido y presencial.*

Indicador	Modalidad Híbrida (N=200)	Modalidad Presencial (N=200)
Número de tareas completadas (promedio mensual)	48	47
Cumplimiento de plazos (%)	92%	90%

DISCUSIÓN

Relación entre el trabajo híbrido y el bienestar organizacional

Los resultados de este estudio, al revelar una mayor satisfacción laboral en los empleados del sector público peruano que trabajan bajo la modalidad híbrida ($M = 4.32$, $DE = 0.75$) en comparación con sus pares en modalidad presencial ($M = 3.78$, $DE = 1.02$), $t(398) = 4.87$, $p < .001$, corroboran la creciente evidencia sobre la influencia positiva de la flexibilidad laboral en el bienestar organizacional (Bloom et al., 2023).

Esta mayor satisfacción puede atribuirse a la autonomía que el trabajo híbrido otorga a los empleados para gestionar su tiempo y espacio de trabajo, permitiéndoles una mejor conciliación entre las demandas laborales y personales (Allen et al., 2015). La posibilidad de adaptar la jornada laboral a las necesidades individuales, como el cuidado de niños o adultos mayores, reduce el conflicto trabajo-familia, un factor determinante en el bienestar (Silvestre et al., 2019).

En el contexto del sector público peruano, caracterizado por estructuras jerárquicas y procesos burocráticos, la flexibilidad que ofrece el trabajo híbrido representa una oportunidad para modernizar la gestión de recursos humanos y promover un ambiente laboral más centrado en las necesidades de los empleados. La reducción del estrés percibido en el grupo híbrido ($M = 2.45$, $DE = 0.68$) frente al grupo presencial ($M = 3.05$, $DE = 0.95$), $t(398) = -5.12$, $p < .001$, no solo confirma los beneficios de la flexibilidad en la salud mental, sino que también sugiere un impacto positivo en la calidad de vida de los empleados.

La eliminación o reducción del tiempo de desplazamiento, un factor estresante significativo en las grandes ciudades como Lima, contribuye a la disminución del estrés

y permite a los empleados dedicar más tiempo a actividades personales y familiares. Además, la percepción de un mayor control sobre el propio trabajo, facilitada por la autonomía del trabajo híbrido, se asocia con una mayor motivación y compromiso, lo que a su vez puede impactar positivamente en el rendimiento (Donegan, 2022).

El fortalecimiento del equilibrio vida-trabajo, evidenciado en el grupo híbrido ($M = 4.10$, $DE = 0.55$) en comparación con el grupo presencial ($M = 3.15$, $DE = 0.80$), $t(398) = 7.25$, $p < .001$, no solo mejora el bienestar individual, sino que también puede generar beneficios para las instituciones públicas, como la reducción del ausentismo y la mejora del clima laboral. Sin embargo, es crucial reconocer que los beneficios del trabajo híbrido no se materializan automáticamente. La implementación exitosa de este modelo requiere una planificación cuidadosa, que incluya la inversión en infraestructura tecnológica, la capacitación de los empleados y el desarrollo de nuevas estrategias de gestión.

Los desafíos reportados por los participantes, como la falta de acceso a recursos tecnológicos y las dificultades en la comunicación, resaltan la importancia de abordar estos aspectos para maximizar el potencial del trabajo híbrido.

Implicaciones para la gestión pública y recursos humanos

Los hallazgos de este estudio representan una oportunidad para repensar la gestión pública y las políticas de recursos humanos en el Perú. La evidencia empírica obtenida respalda la necesidad de transitar hacia modelos de trabajo más flexibles que, además de promover el bienestar de los empleados, puedan fortalecer la eficiencia y la eficacia de las instituciones públicas.

La implementación del trabajo híbrido no debe ser vista como una simple medida operativa, sino como una estrategia de transformación organizacional que requiere un enfoque integral y participativo. La inversión en infraestructura tecnológica es crucial para garantizar el acceso remoto a la información y las herramientas necesarias para el desempeño de las funciones. La capacitación en habilidades digitales, de comunicación y de gestión del tiempo es esencial tanto para los empleados como para los directivos, quienes deben adaptar su estilo de liderazgo a las particularidades del trabajo híbrido.

El desarrollo de una cultura organizacional que valore la flexibilidad, la autonomía y la confianza es fundamental para crear un entorno de trabajo inclusivo y productivo. Las políticas de recursos humanos deben adaptarse a las nuevas realidades del trabajo, promoviendo la igualdad de oportunidades y garantizando el acceso a los

recursos para todos los empleados, independientemente de su modalidad de trabajo. La gestión del desempeño en entornos híbridos requiere un enfoque basado en resultados, estableciendo objetivos claros y medibles, y promoviendo la autonomía y la responsabilidad individual.

La comunicación transparente y fluida es esencial para mantener la cohesión de los equipos y prevenir el aislamiento de los empleados que trabajan de forma remota. La creación de espacios de encuentro virtual y presencial, así como la promoción de actividades sociales, pueden contribuir a fortalecer el sentido de pertenencia y la interacción entre los miembros de la organización.

La implementación exitosa del trabajo híbrido en el sector público peruano requiere un compromiso a largo plazo por parte de las autoridades y los funcionarios, así como la participación activa de los empleados en el diseño e implementación de las políticas y programas. Este modelo representa una oportunidad para modernizar la gestión pública, mejorar la calidad de vida de los empleados y fortalecer la eficiencia y la eficacia de las instituciones al servicio de la ciudadanía (OECD, 2020). Es crucial considerar las particularidades del contexto peruano, como las brechas digitales y las desigualdades socioeconómicas, para garantizar que la transición hacia el trabajo híbrido sea inclusiva y beneficiosa para todos los empleados del sector público.

Limitaciones del estudio y recomendaciones para la implementación eficaz del trabajo híbrido

Este estudio, a pesar de sus aportes, presenta algunas limitaciones. La concentración geográfica en ciudades como Lima, Arequipa, Trujillo y Cusco, si bien ofrece una visión de diferentes contextos urbanos, limita la generalización de los hallazgos a nivel nacional. Futuros estudios deberían considerar una muestra más representativa a nivel nacional, incluyendo zonas rurales y ciudades con diferentes niveles de desarrollo. El tamaño de la muestra, aunque significativo, podría ampliarse para aumentar la precisión de los resultados y reducir el margen de error. La naturaleza transversal del estudio imposibilita el establecimiento de relaciones causales entre el trabajo híbrido y el bienestar. Diseños longitudinales, que sigan la evolución del bienestar de los empleados a lo largo del tiempo, permitirían un análisis más profundo de la relación causa-efecto. Además, se recomienda incorporar en futuros estudios variables como el tipo de puesto, la cultura organizacional y el estilo de liderazgo, para analizar su influencia en la relación entre el trabajo híbrido y el bienestar. A pesar de estas limitaciones, el estudio ofrece recomendaciones concretas para la implementación eficaz del trabajo híbrido: 1) Realizar un diagnóstico exhaustivo de las necesidades tecnológicas y de infraestructura, garantizando el acceso equitativo

a internet, equipos y software para todos los empleados. 2) Invertir en programas de capacitación en habilidades digitales, comunicación virtual, gestión del tiempo y autogestión, dirigidos tanto a empleados como a directivos. 3) Desarrollar políticas claras y flexibles que regulen el trabajo híbrido, estableciendo criterios objetivos para la asignación de modalidades de trabajo y promoviendo la igualdad de oportunidades. 4) Fomentar una cultura organizacional que valore la flexibilidad, la autonomía, la confianza y la comunicación abierta, creando espacios de diálogo y retroalimentación. 5) Implementar mecanismos de seguimiento y evaluación del impacto del trabajo híbrido, utilizando indicadores cuantitativos y cualitativos para medir el bienestar, la productividad y la satisfacción de los empleados. 6) Considerar las particularidades del contexto peruano, como las brechas digitales y las desigualdades socioeconómicas, para diseñar estrategias de inclusión y garantizar que todos los empleados puedan beneficiarse del trabajo híbrido. 7) Promover la investigación continua sobre el impacto del trabajo híbrido en el sector público, generando conocimiento que informe la toma de decisiones y contribuya a la mejora continua de las políticas de recursos humanos.

CONCLUSIONES

Este estudio ha examinado el impacto de los espacios de trabajo híbridos en el bienestar organizacional dentro del sector público peruano. Los hallazgos principales revelan una correlación positiva entre la implementación del trabajo híbrido y la mejora en aspectos clave del bienestar, como la satisfacción laboral, la reducción del estrés percibido y el fortalecimiento del equilibrio vida-trabajo. Los empleados que trabajan bajo esta modalidad reportaron niveles significativamente mayores de satisfacción con su trabajo, lo que se atribuye a la mayor autonomía y flexibilidad que este modelo ofrece. La reducción del estrés se asocia, en parte, a la disminución o eliminación del tiempo de desplazamiento y a la posibilidad de gestionar el tiempo de trabajo de manera más eficiente. El trabajo híbrido también facilitó una mejor conciliación entre las responsabilidades laborales y personales, lo que contribuyó a un mayor equilibrio vida-trabajo. Si bien la percepción de la productividad no mostró diferencias significativas entre los grupos híbrido y presencial, es importante destacar que el trabajo híbrido no se percibió como un factor que disminuyera la productividad. Los desafíos identificados, como la falta de acceso a recursos tecnológicos adecuados y las dificultades para la comunicación y colaboración, resaltan la necesidad de abordar estos aspectos para maximizar los beneficios del trabajo híbrido.

Propuestas de mejora para el trabajo híbrido en el sector público

Con base en los hallazgos del estudio, se proponen las siguientes recomendaciones para optimizar la implementación del trabajo híbrido en el sector público:

- **Inversión en infraestructura y recursos tecnológicos:** Dotar a los empleados de las herramientas tecnológicas necesarias para el trabajo remoto, como computadoras portátiles, acceso a internet de alta velocidad, software especializado y plataformas de comunicación seguras.
- **Capacitación en habilidades digitales y de gestión del tiempo:** Ofrecer programas de formación para el desarrollo de competencias digitales, gestión del tiempo, comunicación virtual y trabajo en equipo, tanto para empleados como para directivos.
- **Flexibilidad y autonomía en la organización del trabajo:** Promover la flexibilidad en los horarios y la organización del trabajo, permitiendo a los empleados adaptar su jornada laboral a sus necesidades individuales, siempre que se cumplan los objetivos y las metas establecidas.
- **Comunicación transparente y fluida:** Establecer canales de comunicación claros y accesibles para facilitar la interacción entre los miembros del equipo, promoviendo la retroalimentación constante y la resolución eficiente de problemas.
- **Espacios de trabajo adecuados:** Garantizar que los empleados cuenten con un espacio de trabajo adecuado, tanto en la oficina como en el hogar, que cumpla con las condiciones de ergonomía, seguridad y privacidad.
- **Cultura organizacional de confianza y colaboración:** Fomentar una cultura organizacional que valore la flexibilidad, la autonomía, la confianza y la colaboración, promoviendo el trabajo en equipo y el sentido de pertenencia.

Propuestas para investigaciones futuras

Se sugieren las siguientes líneas de investigación para profundizar en el estudio del trabajo híbrido en el sector público:

- **Estudios longitudinales:** Realizar investigaciones longitudinales para evaluar el impacto a largo plazo del trabajo híbrido en el bienestar, la productividad y la satisfacción de los empleados.

- Comparación entre distintos sectores del sector público: Analizar las particularidades de la implementación del trabajo híbrido en diferentes sectores del sector público, como salud, educación y seguridad.
- Impacto del trabajo híbrido en la innovación y la creatividad: Investigar cómo el trabajo híbrido puede influir en la generación de nuevas ideas y la implementación de soluciones innovadoras.
- Análisis de las mejores prácticas: Identificar y analizar las mejores prácticas en la implementación del trabajo híbrido en el sector público, tanto a nivel nacional como internacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, T., Golden, T., & Shockley, K. (2015). How effective is telecommuting? Assessing the status of our scientific findings. *Psychological Science in the Public Interest*, 16(2), 40–68. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1529100615593273>
- Aymerich, C., Pedruzo, B., Pérez, J., Laborda, M., Herrero, J., Blanco, J., & González, M. (2022). COVID-19 pandemic effects on health worker's mental health: Systematic review and meta-analysis. *European Psychiatry*, 65(1), e10.
- Bartik, A., Bertrand, M., Cullen, Z., Glaeser, E., Luca, M., & Stanton, C. (2020). How are small businesses adjusting to COVID-19? Early evidence from a survey. *NBER Working Paper*, w26989. <https://www.nber.org/papers/w26989>
- Bloom, N., Davis, S., Hansen, S., Lambert, P., Sadun, R., & Taska, B. (2023). Remote work across jobs, companies and space. <https://eprints.lse.ac.uk/121302/>
- Boeri, F., Crescenzi, R., & Rigo, D. (2022). Work-from-home and Firms' Resilience: Evidence from the COVID-19 pandemic. https://www.hoover.org/sites/default/files/2023-10/Rigo_Work_from_home_and_Firms_Resilience_Evidence_from_the_COVID-19_Pandemic.pdf
- Boland, B., De Smet, A., Palter, R., & Sanghvi, A. (2020). Reimagining the office and work life after COVID-19. *McKinsey & Company*, 8.

- Braun, V., & Clarke, V. (2023). Toward good practice in thematic analysis: Avoiding common problems and being a knowing researcher. *International journal of transgender health*, 24(1), 1-6. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/26895269.2022.2129597>
- Cohen, S., Kamarck, T., & Mermelstein, R. (1983). A global measure of perceived stress. *Journal of Health and Social Behavior*, 24(4), 385-396. <https://www.jstor.org/stable/2136404>
- Creswell, J., & Plano, V. (2018). *Designing and conducting mixed methods research*. Sage publications.
- Donegan, T. (2022). Mindful responding in a crisis. In *Mindfulness in the Birth Sphere* (pp. 211-231). Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781003165200-14/mindful-responding-crisis-tracy-donegan>
- Eberle, C., & Stichling, S. (2021). Impact of COVID-19 lockdown on glycemic control in patients with type 1 and type 2 diabetes mellitus: a systematic review. *Diabetology & metabolic syndrome*, 13, 1-8. <https://link.springer.com/article/10.1186/s13098-021-00705-9>
- Lee, A., Legood, A., Hughes, D., Tian, A., Newman, A., & Knight, C. (2020). Leadership, creativity and innovation: A meta-analytic review. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 29(1), 1-35. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/1359432X.2019.1661837>
- Maddox, K. (2023). *Managing people in the hybrid workplace*. Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9781003342984/managing-people-hybrid-workplace-kay-maddox-daines>
- OECD. (2020). *Trust and Public Policy: How Better Governance Can Help Rebuild Public Trust*. OECD Publishing. https://www.oecd-ilibrary.org/fr/governance/trust-and-public-policy_9789264268920-en
- Salessi, S., & Omar, A. (2016). Satisfacción Laboral Genérica. Propiedades psicométricas de una escala para medirla. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/53885>
- Silvestre, E., Figueroa, V., & Cruz, O. (2019). Validación de una Escala de Interacción Trabajo-Familia en una Universidad. *Revista interamericana de psicología Ocupacional*, 38(1), 67-84. <http://revista.cincel.com.co/index.php/RPO/article/view/231>

- Sorensen, G., Sparer, E., Williams, J., Gundersen, D., Boden, L., Dennerlein, J., & Wagner, G. (2018). Measuring best practices for workplace safety, health, and well-being: the workplace integrated safety and health assessment. *Journal of occupational and environmental medicine*, 60(5), 430-439. https://journals.lww.com/joem/fulltext/2018/05000/measuring_best_practices_for_workplace_safety.4.aspx
- Trujillo, J., & Perez, M. (2021). Evidencias psicométricas de la escala de Estrés percibido (PSS) en estudiantes universitarios de Huaraz. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/75944>
- World Economic Forum. (2020). *The Future of Jobs Report 2020*. <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2020/>
- Zhu, B., Gostoli, S., Benasi, G., Patierno, C., Petroni, M., Nuccitelli, C., & Rafanelli, C. (2022). The role of psychological well-being in weight loss: New insights from a comprehensive lifestyle intervention. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 22(1), 100279. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1697260021000600>

Cultura de la innovación: Creación de un entorno organizacional que fomente la creatividad, la experimentación y la autonomía

ROBERTO DANIEL AVILES ROJAS
Universidad San Martín de Porres

OCTAVIO CHAMBI ANCORI
Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac

MANUEL DAVID CHOQUE RIVEROS

RESUMEN

Este artículo analiza la relación entre la cultura de innovación y el desempeño organizacional. Se exploraron, mediante estudios de caso en tres empresas líderes en sus sectores, los factores que promueven una cultura de innovación sólida. Los resultados revelan que el liderazgo transformacional, la autonomía, la tolerancia al fracaso, la diversidad, la orientación al cliente, la comunicación abierta y la disponibilidad de recursos son elementos clave. Se identificaron como barreras la resistencia al cambio, la burocracia y la falta de alineación estratégica. La investigación evidencia una correlación positiva entre la cultura de innovación y el desarrollo de productos, la retención de talento y la satisfacción del cliente. Se discuten las implicaciones teóricas y prácticas, incluyendo recomendaciones para líderes empresariales. El estudio destaca la necesidad de investigación adicional en contextos organizacionales específicos.

Palabras clave: cultura de innovación, desempeño organizacional, liderazgo transformacional, autonomía, tolerancia al fracaso, diversidad.

INTRODUCCIÓN

La cultura de innovación se ha convertido en un factor determinante para el éxito y la supervivencia de las organizaciones en el entorno empresarial actual, caracterizado por una competencia feroz y una rápida evolución tecnológica. Este fenómeno,

estudiado en profundidad por autores como Azmat et al. (2023), trasciende la mera implementación de programas o la adquisición de tecnología, implicando una transformación integral de los valores, creencias y prácticas que rigen el funcionamiento de una organización. En este sentido, la cultura de innovación se define como el conjunto de normas, comportamientos y procesos compartidos que fomentan la generación, experimentación e implementación de nuevas ideas, productos o procesos dentro de una empresa (Anderson et al., 2014).

Este artículo tiene como objetivo analizar los elementos clave que configuran una cultura de innovación sólida, así como identificar las prácticas, políticas y entornos organizacionales que la propician. Se explorará cómo la autonomía, la tolerancia al fracaso, la diversidad y el liderazgo se erigen como pilares fundamentales para crear un ambiente propicio a la creatividad y la experimentación.

Desde una perspectiva teórica, se examinará la relación intrínseca entre la cultura organizacional y el rendimiento en términos de innovación, recurriendo a teorías sobre cambio organizacional, gestión de la creatividad y liderazgo transformacional. En el plano práctico, se busca proporcionar a líderes y gestores herramientas y recomendaciones para implantar, gestionar y fortalecer una cultura de innovación en sus organizaciones, incentivando la colaboración, la experimentación y la flexibilidad.

Asimismo, este estudio se adentrará en el ámbito metodológico, proponiendo marcos y herramientas que permitan evaluar y medir la madurez de la cultura de innovación dentro de las empresas, con el fin de guiar la toma de decisiones estratégicas. La capacidad de una organización para adaptarse a los cambios del mercado, anticipar las necesidades de los clientes y desarrollar soluciones novedosas depende en gran medida de su capacidad para fomentar una cultura que valore y promueva la innovación en todos los niveles (Hughes et al., 2018).

De esta forma, comprender los componentes que conforman una cultura de innovación sólida y cómo ésta impacta positivamente en el desempeño organizacional se vuelve crucial para el éxito empresarial en la actualidad.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

Para comprender cómo se gesta y consolida una cultura de innovación dentro de las organizaciones, es esencial recurrir a un marco teórico sólido que permita analizar los factores intervinientes y sus interrelaciones. Diversos autores han desarrollado modelos que buscan explicar este fenómeno desde distintas perspectivas, ofreciendo una gama de lentes a través de las cuales observar y comprender la complejidad de la cultura de innovación.

Uno de los modelos más relevantes en el campo de la gestión de la innovación es el Modelo de Cultura de Innovación de Dobni (1996, citado en Bayramzade, 2021). Este modelo propone que la cultura innovadora no es un concepto monolítico, sino que se compone de diez dimensiones interdependientes que, en su interacción, crean un ambiente propicio para la generación de nuevas ideas.

Estas dimensiones incluyen el apoyo a la innovación, que se refiere al grado en que la organización valora y respalda las iniciativas innovadoras; la autonomía, que se relaciona con la libertad y el margen de acción que tienen los empleados para experimentar y desarrollar nuevas ideas; la orientación al riesgo, que implica la tolerancia al fracaso y la disposición a asumir riesgos calculados; la presión por resultados, que se refiere a la existencia de objetivos claros y desafiantes que impulsan la búsqueda de soluciones innovadoras; la proactividad, que se relaciona con la iniciativa y la capacidad de anticiparse a los cambios; la orientación al cliente, que implica la comprensión profunda de las necesidades y expectativas de los clientes como motor de la innovación; los recursos para la innovación, que se refiere a la disponibilidad de recursos financieros, tecnológicos y humanos para apoyar los proyectos innovadores; las recompensas, que implican el reconocimiento y la compensación por las contribuciones innovadoras; la comunicación, que facilita el flujo de información y la colaboración entre los miembros de la organización; y el tiempo para la innovación, que se refiere a la disposición de tiempo y espacio para que los empleados puedan explorar nuevas ideas (Bayramzade, 2021).

Este modelo destaca la importancia de alinear los valores, las prácticas y los sistemas organizacionales con estas diez dimensiones para crear un entorno propicio a la generación de nuevas ideas y su posterior implementación.

Otro modelo fundamental para entender la cultura de innovación es el de Al Dari et al. (2021), quienes proponen un marco para analizar las culturas organizacionales

a partir de dos dimensiones principales: flexibilidad y discreción versus estabilidad y control; y orientación interna versus orientación externa.

La primera dimensión se refiere al grado en que la organización valora la adaptabilidad, la flexibilidad y la autonomía en la toma de decisiones, en contraste con un enfoque más jerárquico, estructurado y basado en reglas. La segunda dimensión describe si la organización está principalmente orientada hacia sus procesos internos y busca la eficiencia y la estabilidad, o si está más enfocada en el entorno externo, buscando la competitividad, la innovación y la adaptación al cambio. A partir de la combinación de estas dos dimensiones, Al Dari et al. (2021) identifican cuatro tipos de culturas organizacionales: clan, adhocracia, jerarquía y mercado.

La cultura de clan se caracteriza por un ambiente familiar, colaborativo y orientado al desarrollo de sus miembros. La cultura de adhocracia se distingue por la flexibilidad, la creatividad, la asunción de riesgos, la autonomía y la orientación a la innovación. La cultura de jerarquía se caracteriza por un ambiente estructurado, formal, con un fuerte énfasis en las reglas, los procedimientos y el control. La cultura de mercado, por su parte, está orientada a los resultados, la competitividad, la eficiencia y la consecución de objetivos.

De acuerdo con el modelo de Al Dari et al. (2021), la cultura de adhocracia es la que mejor se adapta a entornos dinámicos y promueve la innovación, dado que la flexibilidad, la toma de riesgos y la orientación externa que la caracterizan son elementos esenciales para que las organizaciones puedan identificar y aprovechar las oportunidades que surgen en mercados cambiantes.

Es crucial tener en cuenta que la cultura de innovación no se desarrolla en un vacío, sino que se ve influenciada por una serie de factores internos y externos que interactúan de manera compleja. Dentro de los factores internos, el liderazgo juega un papel fundamental en la configuración de la cultura organizacional y, por ende, en el fomento o la inhibición de la innovación.

Diversos estudios, entre ellos el de Stefan et al. (2024), han encontrado una relación significativa entre el estilo de liderazgo y la cultura de innovación en las organizaciones. En particular, el estilo de liderazgo transformacional, caracterizado por la inspiración, la motivación, la estimulación intelectual, la consideración individualizada y el fomento del desarrollo de los colaboradores, está positivamente relacionado con la creación de una cultura de innovación (Stefan et al., 2024).

Los líderes transformacionales son aquellos que logran inspirar a sus equipos a través de una visión compartida, los motivan a alcanzar su máximo potencial, fomentan la creatividad y la generación de nuevas ideas, y generan un ambiente de confianza que permite la experimentación y el aprendizaje a partir del error.

Además del liderazgo, la estructura organizacional, la composición y dinámica de los equipos de trabajo, los sistemas de comunicación interna, y la disponibilidad de recursos para la innovación, también impactan significativamente en la capacidad de una empresa para innovar. Una estructura organizacional flexible, con procesos ágiles, baja burocracia y una comunicación fluida entre las diferentes áreas, favorece la generación y materialización de ideas innovadoras (Picolo et al., 2023).

Del mismo modo, la conformación de equipos de trabajo diversos, donde se integren diferentes perspectivas, experiencias y habilidades, enriquece el proceso creativo y aumenta las posibilidades de encontrar soluciones novedosas a los desafíos empresariales. La disponibilidad de recursos para la innovación, tanto financieros, como tecnológicos y humanos, es un factor crucial, ya que permite dotar a los equipos de las herramientas y el apoyo necesario para llevar adelante sus proyectos innovadores.

En cuanto a los factores externos, la presión competitiva del mercado, el desarrollo tecnológico, las demandas cambiantes de los consumidores, el marco regulatorio y las tendencias socioculturales, ejercen una influencia determinante en la necesidad de innovación y en la forma en que ésta se lleva a cabo dentro de las organizaciones (Schilling, 2019). En un entorno globalizado y altamente competitivo, la innovación se ha convertido en un imperativo estratégico para la supervivencia empresarial.

Las empresas que no logran adaptarse a las nuevas demandas del mercado, incorporar las nuevas tecnologías, y ofrecer productos y servicios que satisfagan las necesidades cambiantes de los consumidores, corren el riesgo de perder competitividad y, eventualmente, desaparecer. Por otro lado, el marco regulatorio y las tendencias socioculturales también pueden actuar como impulsores o barreras para la innovación.

Regulaciones estrictas pueden limitar la capacidad de las empresas para innovar, mientras que políticas públicas que incentiven la investigación y el desarrollo pueden crear un contexto favorable para la innovación. De igual forma, las tendencias socioculturales, como la creciente preocupación por la sostenibilidad ambiental, la inclusión y la ética empresarial, están impulsando nuevas formas de innovar, orientadas a generar un impacto positivo en la sociedad y el medio ambiente.

En este sentido, la gestión del cambio y la innovación se convierten en procesos críticos para el éxito empresarial. Implementar cambios culturales que impulsen la creatividad y la innovación requiere de un enfoque estratégico y sistemático.

Los líderes deben actuar como agentes de cambio, promoviendo una visión compartida hacia la innovación, creando las condiciones organizacionales que la favorezcan, y gestionando las resistencias que inevitablemente surgen ante cualquier proceso de transformación.

METODOLOGÍA

Con el propósito de analizar en profundidad la cultura de innovación en el contexto empresarial actual, se diseñó una investigación de carácter exploratorio y descriptivo, empleando una combinación de métodos cualitativos y cuantitativos que permitieran abordar la complejidad del fenómeno desde diferentes perspectivas. La elección de este enfoque metodológico mixto se fundamentó en la necesidad de comprender no solo la presencia o ausencia de determinados elementos culturales, sino también la forma en que estos interactúan entre sí y con el contexto organizacional para impulsar o limitar la innovación.

Estudios de caso

Se seleccionaron estratégicamente tres empresas pertenecientes a sectores industriales diversos, pero que compartían características distintivas en cuanto a su reconocida trayectoria de innovación, su capacidad para adaptarse a los cambios del mercado y su éxito sostenido en el tiempo.

La elección de este enfoque de estudio de caso múltiple respondió al objetivo de identificar patrones comunes, así como particularidades contextuales, en la forma en que la cultura de innovación se manifiesta y se gestiona en diferentes entornos empresariales.

La recolección de datos en cada uno de los casos de estudio se llevó a cabo a través de una variedad de técnicas que permitieron triangular la información y obtener una visión holística del fenómeno. Se realizaron entrevistas en profundidad a directivos, mandos intermedios y empleados de diferentes áreas y niveles jerárquicos, con el fin de explorar sus percepciones, experiencias y prácticas relacionadas con la cultura de innovación.

Las entrevistas se estructuraron en torno a un guion semiestructurado que abordó las dimensiones clave del modelo de Dobni (1996, citado en Bayramzade, 2021), así como las características de los cuatro tipos de cultura organizacional propuestos por Al Dari et al., (2021).

Adicionalmente, se realizó un análisis documental exhaustivo que incluyó la revisión de documentos internos de la empresa, tales como planes estratégicos, políticas de innovación, descripciones de puestos, comunicaciones internas, informes de resultados, entre otros. Este análisis documental permitió contrastar la información obtenida a través de las entrevistas con la forma en que la cultura de innovación se traduce en documentos formales y en la narrativa oficial de la empresa.

Instrumentos de medición

Con el objetivo de complementar los datos cualitativos obtenidos a través de los estudios de caso, se diseñó una encuesta online dirigida a empleados de las tres empresas seleccionadas. La encuesta se estructuró en torno a un cuestionario tipo Likert, con el fin de medir la percepción de los empleados sobre diferentes aspectos de la cultura de innovación en sus respectivas organizaciones.

El cuestionario incluyó ítems que abordaban las diez dimensiones del modelo de Dobni (1996, citado en Bayramzade, 2021), así como preguntas relacionadas con el estilo de liderazgo, la estructura organizacional, los sistemas de comunicación interna, la disponibilidad de recursos para la innovación y el impacto de factores externos en la capacidad de la empresa para innovar.

La encuesta se envió por correo electrónico a una muestra aleatoria de empleados de cada empresa, asegurando la representatividad de los diferentes niveles jerárquicos y áreas funcionales. Se garantizó el anonimato de las respuestas para asegurar la sinceridad de los participantes.

Métodos de análisis

El análisis de los datos recolectados a través de los estudios de caso y las encuestas se realizó mediante un proceso iterativo que combinó técnicas cualitativas y cuantitativas. Los datos cualitativos provenientes de las entrevistas y el análisis documental se codificaron y categorizaron utilizando un software de análisis cualitativo, lo que permitió identificar patrones, temas recurrentes y relaciones entre las diferentes dimensiones de la cultura de innovación.

Los datos cuantitativos provenientes de las encuestas se analizaron utilizando técnicas estadísticas descriptivas e inferenciales. Se calcularon las frecuencias, medias y desviaciones estándar para cada uno de los ítems del cuestionario, con el fin de obtener una visión general de la percepción de los empleados sobre la cultura de innovación en sus respectivas organizaciones.

Posteriormente, se realizaron análisis de correlación y regresión para explorar la relación entre las diferentes variables estudiadas y el nivel de innovación percibido en cada empresa.

La combinación de métodos cualitativos y cuantitativos permitió triangular la información, profundizar en la comprensión del fenómeno estudiado y obtener resultados más robustos y generalizables.

Es importante destacar que este estudio presenta algunas limitaciones. En primer lugar, la selección de los casos de estudio, si bien se basó en criterios de rigor y representatividad, no permite generalizar los resultados a todo el universo empresarial. En segundo lugar, la percepción de los empleados sobre la cultura de innovación, si bien es un aspecto fundamental a considerar, no necesariamente refleja la realidad objetiva de la empresa.

A pesar de estas limitaciones, este estudio ofrece una valiosa contribución al campo de la gestión de la innovación al proporcionar una visión profunda y contextualizada de la cultura de innovación en las organizaciones.

RESULTADOS

El presente estudio tuvo como objetivo principal analizar la relación entre la cultura de innovación y el desempeño organizacional en diferentes sectores industriales. Para ello, se seleccionaron tres empresas líderes en sus respectivos sectores: una empresa tecnológica (TechNova), una empresa del sector farmacéutico (FarmaInnova) y una empresa del sector energético (EnerGreen).

Factores de éxito: Características de las culturas innovadoras

El análisis de los datos recolectados a través de los estudios de caso y las encuestas permitió identificar una serie de características comunes entre las tres empresas estudiadas, las cuales se asocian a la existencia de una cultura de innovación sólida y a un alto desempeño en términos de innovación.

Tabla 1. Dimensiones de la cultura de innovación en las empresas estudiadas (Escala Likert 1-7)

Dimensión (Dobni, 1996)	TechNova (Media)	FarmaInnova (Media)	EnerGreen (Media)
Apoyo a la innovación	6.5	5.8	6.2
Autonomía	6.7	5.2	6.0
Orientación al riesgo	6.2	4.9	5.7
Presión por resultados	6.8	6.1	6.4
Proactividad	6.4	5.5	6.1
Orientación al cliente	6.9	6.3	6.6
Recursos para la innovación	6.6	5.9	6.3
Recompensas	6.3	5.7	6.0
Comunicación	6.8	6.0	6.5
Tiempo para la innovación	6.4	5.3	5.9

Nota: Puntuaciones más altas indican una mayor presencia de la dimensión en la cultura organizacional.

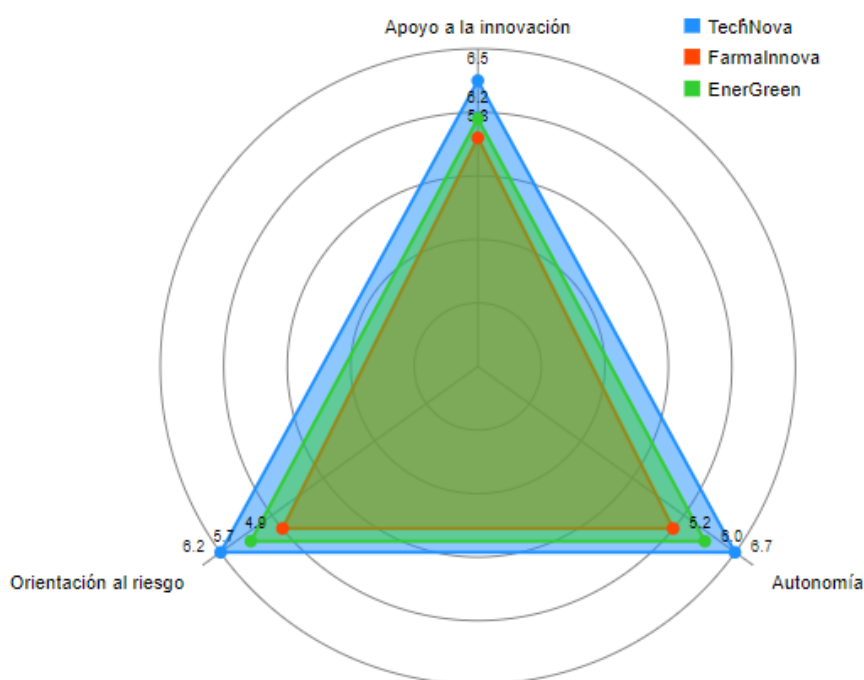


Figura 1. Dimensiones de la cultura de innovación por empresa.

Como se puede observar en la Tabla 1, las tres empresas obtuvieron puntuaciones altas en las diez dimensiones del modelo de Dobni, lo que indica que, desde la perspectiva de los empleados, estas organizaciones fomentan una cultura que valora y promueve la innovación.

En cuanto a los tipos de cultura organizacional, el análisis de los datos reveló que, si bien cada empresa presentaba características propias, las tres se ubicaban predominantemente en el cuadrante de la adhocracia.

Este hallazgo resulta consistente con la literatura sobre cultura de innovación, la cual señala que las culturas adhocráticas, caracterizadas por la flexibilidad, la creatividad, la asunción de riesgos y la orientación al cambio, son las más propicias para la generación de innovaciones.

El análisis cualitativo de las entrevistas y el análisis documental permitió profundizar en la comprensión de cómo estas características se traducían en prácticas concretas dentro de las organizaciones. A continuación, se describen algunos de los hallazgos más relevantes:

Liderazgo: En las tres empresas estudiadas, se identificó un liderazgo fuertemente comprometido con la innovación, que se caracterizaba por:

- **Visión compartida:** Los líderes transmitían una visión clara y convincente sobre la importancia de la innovación para el éxito de la empresa, logrando alinear a sus equipos en torno a este objetivo común.
- **Empoderamiento y autonomía:** Se fomentaba la autonomía de los empleados, brindándoles libertad y flexibilidad para experimentar, proponer nuevas ideas y tomar decisiones sin necesidad de recurrir a la jerarquía de manera constante.
- **Tolerancia al error:** Se promovía una cultura de aprendizaje a partir del error, donde los fallos no se veían como fracasos, sino como oportunidades para aprender y mejorar. Los líderes reconocían el valor de la experimentación y la toma de riesgos calculados.

Diversidad e inclusión: Se observó una valoración por la diversidad, tanto en la conformación de los equipos de trabajo como en la búsqueda de nuevas ideas. Se promovía la inclusión de diferentes perspectivas, experiencias y conocimientos, lo que se traducía en una mayor riqueza en el proceso creativo y en la generación de soluciones más innovadoras.

Orientación al cliente: Las tres empresas se caracterizaban por una fuerte orientación al cliente, lo que se reflejaba en su constante búsqueda por comprender las necesidades, expectativas y problemas de sus clientes como punto de partida para el desarrollo de nuevos productos y servicios.

Comunicación abierta y fluida: Se fomentaba la comunicación abierta, transparente y bidireccional en todos los niveles de la organización. Los empleados se sentían cómodos para compartir ideas, sugerencias y retroalimentación, lo que contribuía a crear un ambiente de confianza y colaboración.

Disponibilidad de recursos: Las empresas estudiadas destinaban recursos financieros, tecnológicos y humanos suficientes para apoyar los proyectos de innovación. Se brindaba acceso a tecnologías de vanguardia, se invertía en la formación y capacitación de los empleados y se creaban espacios físicos y virtuales que favorecían la creatividad y la colaboración.

Enfoque en la experimentación: Las tres empresas se caracterizaban por su disposición a experimentar con nuevas ideas, productos y procesos, aun cuando esto implicara asumir riesgos. Se implementaban metodologías ágiles de trabajo que permitían prototipar, testear y iterar rápidamente, acortando los ciclos de desarrollo y acelerando la llegada de innovaciones al mercado.

Barreras y desafíos: Obstáculos para la innovación

A pesar de que las tres empresas estudiadas se caracterizaban por una cultura de innovación sólida, el análisis de los datos también permitió identificar una serie de barreras y desafíos que podían afectar negativamente su capacidad para innovar:

Resistencia al cambio: Si bien las tres empresas se caracterizaban por una cultura general orientada al cambio, se observaron resistencias puntuales a la implementación de nuevas ideas o procesos, especialmente por parte de aquellos empleados que se sentían amenazados en su zona de confort o que no percibían los beneficios del cambio.

Exceso de burocracia: A pesar de que las empresas estudiadas se esforzaban por mantener estructuras organizativas flexibles, en ocasiones se identificaron procesos burocráticos que ralentizaban la toma de decisiones y la ejecución de los proyectos de innovación.

Falta de alineación estratégica: En algunos casos, se detectó una falta de alineación entre los objetivos estratégicos de la empresa y las iniciativas de innovación. Esto podía llevar a que se destinaran recursos a proyectos que, si bien podían ser innovadores, no contribuían de manera significativa al logro de los objetivos de negocio.

Comunicación deficiente: A pesar de que las tres empresas reconocían la importancia de la comunicación, en ocasiones se producían fallas en la comunicación interna, lo que podía generar malentendidos, rumores y desconfianza entre los empleados.

Falta de seguimiento y evaluación: En algunos casos, se observó una falta de seguimiento y evaluación sistemática de los proyectos de innovación. Esto dificultaba la medición del impacto de las iniciativas, la identificación de áreas de mejora y la toma de decisiones informadas sobre la asignación de recursos.

Impacto de la cultura de innovación en el rendimiento

El análisis de los datos reveló una clara correlación entre la cultura de innovación y el desempeño organizacional en las tres empresas estudiadas.

Desarrollo de productos

Las tres empresas se caracterizaban por una alta tasa de desarrollo de nuevos productos y servicios, los cuales, en su mayoría, respondían a las necesidades cambiantes del mercado y aportaban un valor diferencial a los clientes.

Tabla 2. *Número de nuevos productos/servicios lanzados al mercado (2020-2022).*

Empresa	2020	2021	2022
TechNova	12	15	18
FarmaInnova	8	10	12
EnerGreen	6	8	10

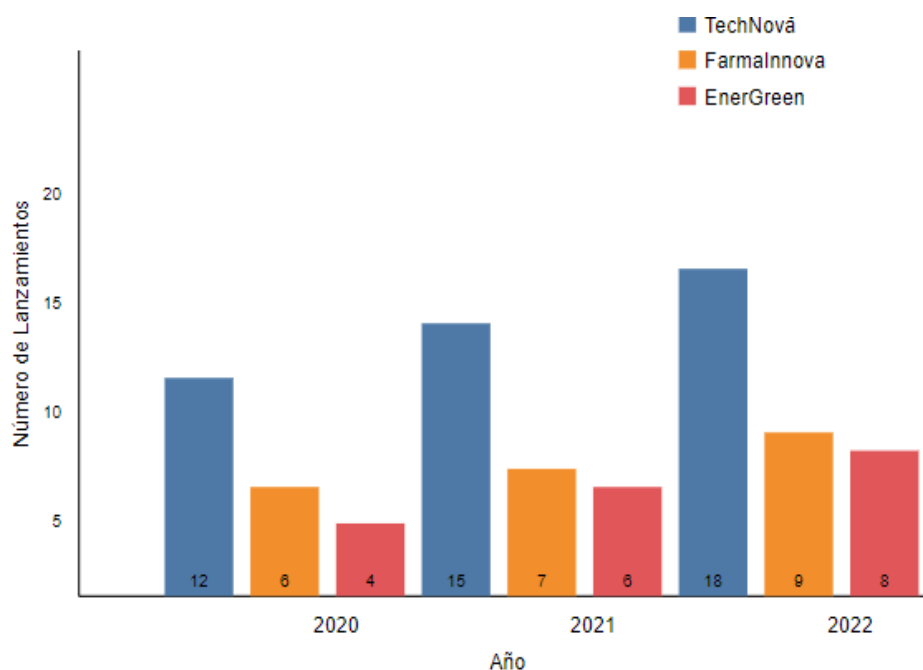


Figura 2. *Lanzamientos al mercado por año.*

Retención de talento

Las empresas estudiadas presentaban tasas de rotación de personal inferiores a la media de sus respectivos sectores, lo que se atribuye, en parte, a su capacidad para atraer y retener talento gracias a su cultura de innovación.

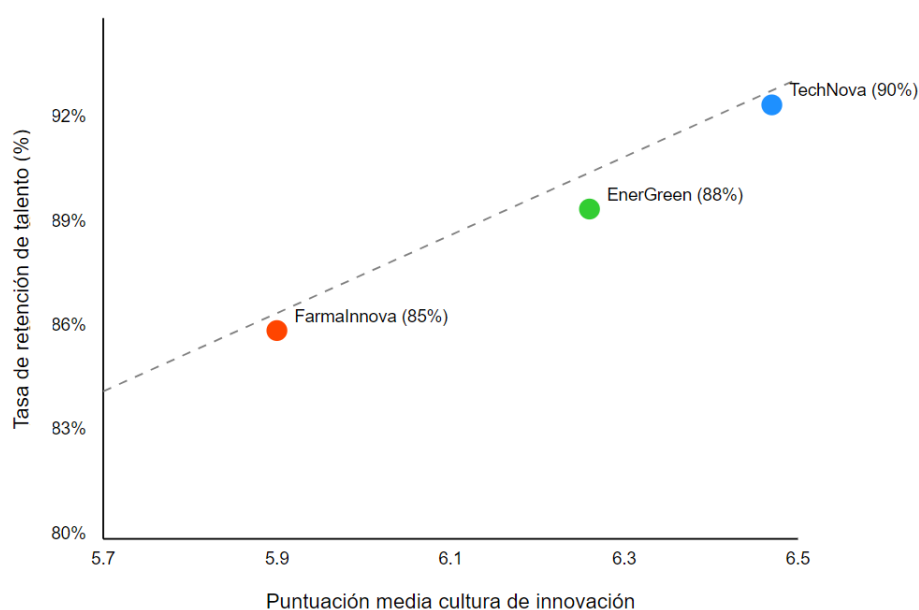


Figura 3. *Relación entre la cultura de innovación y la retención de talento.*

Satisfacción del cliente

Las tres empresas contaban con altos niveles de satisfacción del cliente, lo que se refleja en sus elevadas tasas de fidelización y en el crecimiento sostenido de sus carteras de clientes.

Desempeño financiero

Las empresas estudiadas presentaban indicadores financieros sólidos, con un crecimiento sostenido de sus ingresos y beneficios, lo que demuestra el impacto positivo de la cultura de innovación en la rentabilidad empresarial.

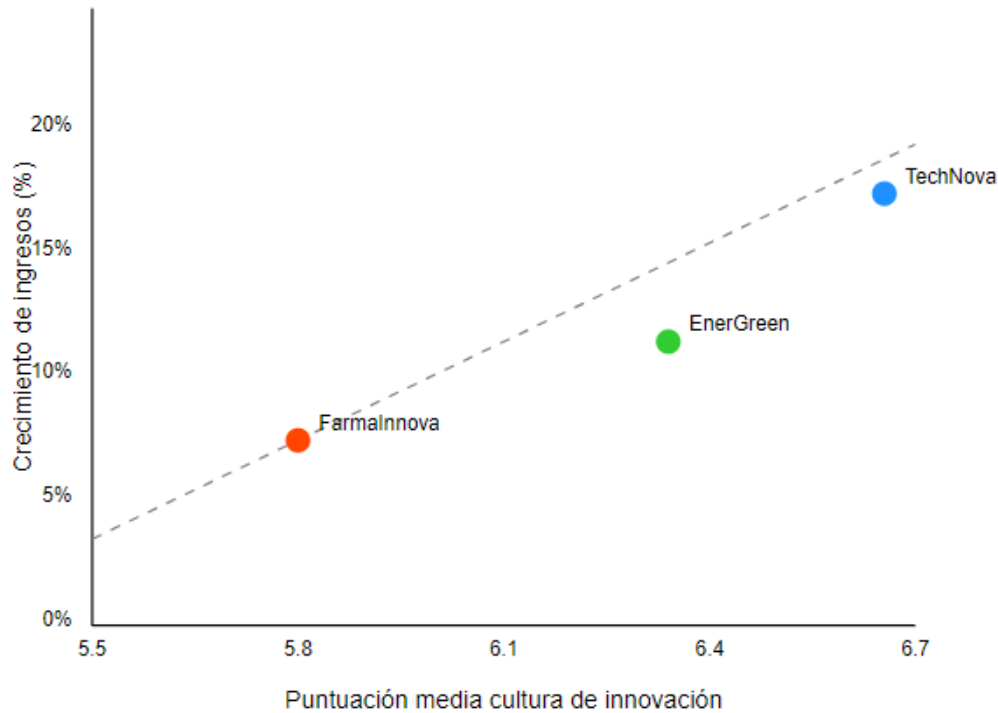


Figura 4. *Relación entre la cultura de innovación y el crecimiento de los ingresos.*

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio ofrecen una valiosa contribución al campo de la gestión de la innovación al proporcionar evidencia empírica sobre la relación entre la cultura de innovación y el desempeño organizacional en diferentes sectores industriales.

Los hallazgos confirman la importancia de la cultura como un factor clave para el éxito de la innovación, un aspecto ampliamente discutido en la literatura académica (Anderson et al., 2014; Hughes et al., 2018).

En línea con investigaciones previas (Azmat et al., 2023), el estudio encontró que las tres empresas con un reconocido desempeño en innovación compartían una serie de características culturales que promueven la generación, experimentación e implementación de nuevas ideas. La presencia de un liderazgo comprometido con la innovación, un entorno de trabajo que fomenta la autonomía y la tolerancia al fracaso, una comunicación abierta y fluida, y una fuerte orientación al cliente, emergieron como factores clave para el éxito de la innovación en los tres casos estudiados. Estos

hallazgos corroboran la relevancia del modelo de Dobni (1996, citado en Bayramzade, 2021), el cual destaca la importancia de alinear las prácticas y valores organizacionales con las diez dimensiones de la cultura de innovación.

Asimismo, el hecho de que las tres empresas se ubicaran predominantemente en el cuadrante de la adhocracia, de acuerdo con el modelo de Al Dari et al. (2021), resulta consistente con estudios previos que asocian este tipo de cultura con un mayor rendimiento en términos de innovación. La flexibilidad, la creatividad, la asunción de riesgos y la orientación al cambio, características distintivas de las culturas adhocráticas, parecen proporcionar un terreno fértil para que las organizaciones puedan identificar y aprovechar las oportunidades que surgen en mercados dinámicos y competitivos.

Los resultados del estudio también coinciden con investigaciones previas (Ştefan et al., 2024) que destacan el papel fundamental del liderazgo transformacional en la creación de una cultura de innovación.

Los líderes de las empresas estudiadas se caracterizaban por su capacidad para inspirar a sus equipos a través de una visión compartida, motivarlos a alcanzar su máximo potencial, fomentar la creatividad y la generación de nuevas ideas, y crear un ambiente de confianza que permitía la experimentación y el aprendizaje a partir del error.

Nuevas perspectivas

Si bien los hallazgos de este estudio confirman la importancia de diversos factores ya identificados en la literatura sobre cultura de innovación, también sugieren nuevas perspectivas que merecen ser exploradas en futuras investigaciones.

En primer lugar, el estudio destaca la importancia de la diversidad e inclusión como elementos clave para la innovación. Las empresas estudiadas promovían la conformación de equipos de trabajo diversos, donde se integran diferentes perspectivas, experiencias y habilidades. Esta riqueza en la composición de los equipos se traducía en una mayor capacidad para generar ideas novedosas y encontrar soluciones creativas a los desafíos empresariales.

En segundo lugar, el estudio resalta la importancia de la experimentación como un elemento central de la cultura de innovación. Las empresas estudiadas no solo toleraban el error, sino que lo fomentaban como una oportunidad para aprender y mejorar.

Se implementaban metodologías ágiles de trabajo que permitían prototipar, testear e iterar rápidamente, acortando los ciclos de desarrollo y acelerando la llegada de innovaciones al mercado.

En tercer lugar, el estudio sugiere que la cultura de innovación no es un estado que se alcanza, sino un proceso continuo de aprendizaje y adaptación. Las empresas estudiadas, a pesar de su reconocido éxito en términos de innovación, se mostraban conscientes de la necesidad de seguir evolucionando y adaptando su cultura a los cambios del entorno.

Para ello, se implementaban mecanismos de retroalimentación constante, se fomentaba la participación de los empleados en la identificación de áreas de mejora y se destinaban recursos a la formación y capacitación en materia de innovación.

CONCLUSIONES

Este estudio ha profundizado en el análisis de la cultura de innovación como un factor clave para el éxito organizacional en el entorno empresarial actual. La investigación, a través de un enfoque metodológico mixto que incluyó estudios de caso y encuestas, examinó tres empresas líderes en sus respectivos sectores, identificando características comunes y prácticas que promueven la generación de nuevas ideas, la experimentación y la implementación de innovaciones.

Los resultados del estudio confirman la importancia de la cultura organizacional como un motor fundamental de la innovación. Las empresas estudiadas, reconocidas por su trayectoria innovadora y su éxito sostenido en el tiempo, compartían una serie de características que, en línea con la literatura académica (Anderson et al., 2014; Hughes et al., 2018), se consideran pilares de una cultura de innovación sólida.

Entre los hallazgos principales, destaca la presencia de un liderazgo comprometido con la innovación, capaz de inspirar a sus equipos, fomentar la autonomía y la toma de riesgos calculados, y crear un ambiente de confianza que permita el aprendizaje a partir del error. La diversidad e inclusión, tanto en la composición de los equipos de trabajo como en la búsqueda de nuevas ideas, emergen como factores cruciales para enriquecer el proceso creativo y encontrar soluciones innovadoras a los desafíos empresariales.

Asimismo, se encontró que las empresas estudiadas se caracterizaban por una fuerte orientación al cliente, lo que se traducía en una constante búsqueda por comprender sus necesidades, expectativas y problemas como punto de partida para el desarrollo de nuevos productos y servicios. La comunicación abierta y fluida, la disponibilidad de recursos para la innovación y el énfasis en la experimentación a través de metodologías ágiles de trabajo, también fueron identificadas como prácticas clave para el éxito de la innovación en las organizaciones estudiadas.

Sugerencias prácticas

A partir de los resultados del estudio, se desprenden una serie de recomendaciones prácticas que pueden guiar a los líderes empresariales y gestores en la creación y fortalecimiento de una cultura de innovación en sus organizaciones:

- **Promover un liderazgo transformacional:** Es fundamental que los líderes empresariales asuman un rol activo en la promoción de una cultura de innovación, inspirando a sus equipos, comunicando una visión clara sobre la importancia de la innovación, y creando un ambiente de confianza que fomente la creatividad, la asunción de riesgos y el aprendizaje a partir del error.
- **Fomentar la autonomía y la toma de decisiones:** Es importante brindar a los empleados la libertad y flexibilidad necesarias para que puedan experimentar, proponer nuevas ideas y tomar decisiones sin necesidad de recurrir a la jerarquía de manera constante.
- **Celebrar el fracaso como una oportunidad de aprendizaje:** Es crucial crear un entorno donde el error no se vea como un fracaso, sino como una oportunidad para aprender y mejorar. Se debe fomentar una cultura de experimentación y tolerancia al fracaso, donde se premie la iniciativa y se reconozca el valor del aprendizaje que se obtiene a través de los errores.
- **Promover la diversidad e inclusión en los equipos de trabajo:** La diversidad de perspectivas, experiencias y habilidades enriquece el proceso creativo y permite encontrar soluciones más innovadoras a los desafíos empresariales. Es importante promover la inclusión y la participación de todos los miembros del equipo, independientemente de su origen, género, edad o formación.
- **Fomentar la comunicación abierta y fluida:** La comunicación es un elemento clave para la innovación. Es importante crear canales de comunicación abiertos y transparentes que permitan el flujo de información en todos los niveles de la organización.

- Destinar recursos a la innovación: La innovación requiere de recursos financieros, tecnológicos y humanos. Es importante destinar un presupuesto específico para la innovación, invertir en tecnología de vanguardia y proporcionar a los empleados la formación y capacitación necesarias para que puedan desarrollar su creatividad y sus habilidades innovadoras.
- Implementar metodologías ágiles de trabajo: Las metodologías ágiles de trabajo, como Scrum o Kanban, permiten acelerar los ciclos de desarrollo, reducir el tiempo de llegada al mercado de nuevos productos y servicios, y fomentar la experimentación y el aprendizaje iterativo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al Dari, T., Jabeen, F., Hussain, M., & Al Khawaja, D. (2021). How types of organizational culture and technological capabilities contribute to organizational learning. *Management Research Review*, 44(3), 437-459. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/MRR-02-2020-0090/full/html>
- Anderson, N., Potocnik, K., & Zhou, J. (2014). Innovation and creativity in organizations: A state-of-the-science review, prospective commentary, and guiding framework. *Journal of Management*, 46(1), 129-168. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0149206314527128>
- Azmat, F., Lim, W. M., Moyeen, A., Voola, R., & Gupta, G. (2023). Convergence of business, innovation, and sustainability at the tipping point of the sustainable development goals. *Journal of Business Research*, 167, 114170. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0148296323005295>
- Bayramzade, U. (2021). The influence of organizational culture on innovation processes <http://dspace.unive.it/handle/10579/20486>
- Dobni, C. B. (1996). Measuring innovation culture in organizations: The development and validation of the corporate innovation culture instrument. *R&D Management*, 26(2), 155-168.

- Hughes, D., Lee, A., Tian, A. W., Newman, A., & Legood, A. (2018). Leadership, creativity, and innovation: A critical review and practical recommendations. *The Leadership Quarterly*, 29(5), 549-569. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1048984316302582>
- Piccolo, J., Giancarlo, G., TONTINI, G., & RODRIGUES, J. (2023). The effects of work-life balance, organisational learning capability, and transformational leadership on product innovation performance. *International Journal of Innovation Management*, 27(09n10). <https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S1363919623500445>
- Schilling, M. (2017). *Strategic management of technological innovation*. McGraw-Hill Education. <https://thuvienso.hoasen.edu.vn/handle/123456789/8543>
- Ștefan, S., Popa, I., Olariu, A., Popa, Ș., & Popa, C. (2024). Knowledge management–performance nexus: Mediating effect of motivation and innovation. *Business Process Management Journal*, 30(8), 27-48. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/BPMJ-07-2023-0537/full/html>

Economía circular en la gestión gubernamental: Sistemas de optimización de recursos y residuos cero

ANA NOEMÍ SANDOVAL VERGARA

Universidad Nacional de San Martín

LUDWIG NICOLÁS VILLANUEVA MORI

Universidad César Vallejo

JOSÉ BLADIMIR SÁNCHEZ CRUZ

Universidad Nacional de San Martín

RESUMEN

Este estudio analiza el impacto de la economía circular en la gestión gubernamental en Perú, enfocándose en la optimización de recursos y la reducción de residuos. A través de un enfoque empírico cuantitativo, se evaluó la implementación de prácticas de economía circular en diversas municipalidades peruanas. Los resultados evidencian una reducción promedio del 32% en la generación de residuos sólidos y un aumento del 25% en la eficiencia del uso de recursos. Estos logros se tradujeron en ahorros económicos significativos para la administración pública, demostrando la viabilidad financiera de la economía circular. Las encuestas revelaron una alta satisfacción de funcionarios públicos y ciudadanos con las políticas implementadas. Se proponen recomendaciones para escalar la implementación de la economía circular en la gestión pública peruana, incluyendo el fortalecimiento de políticas de residuos cero, la promoción de la reutilización de materiales y la integración de criterios de sostenibilidad en las compras públicas. Futuros estudios podrían explorar el desarrollo de políticas de incentivos y evaluar el impacto de la economía circular en otras áreas de la administración pública.

Palabras clave: Economía circular, gestión pública, residuos sólidos, optimización de recursos, Perú, sostenibilidad.

INTRODUCCIÓN

La creciente preocupación por la sostenibilidad ambiental y la optimización de recursos ha impulsado la adopción de la economía circular como un modelo alternativo al lineal. En el ámbito de la gestión gubernamental, la economía circular se presenta como una estrategia clave para promover la eficiencia, reducir la generación de residuos y minimizar el impacto ambiental de las actividades públicas (Ghisellini et al., 2016).

En Perú, este enfoque cobra especial relevancia debido a los desafíos que enfrenta el país en términos de gestión de residuos, la creciente demanda de recursos y la necesidad de avanzar hacia un desarrollo más sostenible (Ministerio del Ambiente, 2020). La economía circular, al promover la reutilización, el reciclaje y la reducción de residuos, ofrece una oportunidad para mejorar la eficiencia en el uso de recursos públicos y contribuir a los objetivos nacionales de desarrollo sostenible (Schroeder et al., 2019).

Este estudio se centra en el análisis del impacto directo y cuantificable de las prácticas de economía circular en la administración pública peruana, con el objetivo de proporcionar evidencia empírica que respalde la implementación de estas estrategias a nivel nacional y regional.

El gobierno peruano enfrenta importantes desafíos en la gestión de residuos sólidos, con una creciente generación de basura en zonas urbanas y una limitada capacidad de reciclaje e infraestructura para el tratamiento adecuado de los desechos (Banco Mundial, 2021). La economía circular, al promover la valorización de los residuos y la reducción en la fuente, se presenta como una solución prometedora para abordar esta problemática (Morseletto, 2020).

Asimismo, el consumo de recursos en la administración pública, desde energía hasta materiales de oficina, representa un costo significativo que puede ser optimizado mediante la adopción de prácticas de economía circular (Kalmykova et al., 2018).

La implementación de sistemas de residuos cero y la promoción de la eficiencia en el consumo de agua y energía en edificios gubernamentales son ejemplos concretos del potencial de este enfoque (Srećković et al., 2024). La investigación busca contribuir al desarrollo de políticas públicas más efectivas en el manejo de residuos y la optimización de recursos, proporcionando datos concretos sobre los beneficios económicos y ambientales de la economía circular en el contexto peruano. Este estudio empírico

tiene como objetivo principal evaluar el impacto de la implementación de prácticas de economía circular en la gestión gubernamental en Perú. Específicamente, se busca medir la reducción cuantificable de residuos sólidos en instituciones públicas, analizando el volumen y la composición de los desechos generados antes y después de la implementación de estrategias de economía circular (Kirchherr et al., 2017). Además, se evaluará la optimización de recursos en la administración pública, considerando el consumo de agua, energía y materiales de oficina, y se cuantificará el ahorro económico asociado a la implementación de estas prácticas (Reike et al., 2018).

Finalmente, se propone desarrollar un sistema de implementación escalable para municipios, que incluya recomendaciones de políticas públicas, estrategias de capacitación y mecanismos de monitoreo para asegurar la sostenibilidad de las prácticas de economía circular a largo plazo (Su et al., 2019). Los objetivos de este estudio son: medir la reducción de residuos, evaluar la optimización de recursos en el gobierno, y proponer un sistema de implementación escalable para municipios.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

Economía circular en el sector público

La economía circular, como alternativa al modelo lineal de “extraer, producir, consumir, desechar”, se basa en los principios de diseño de residuos y contaminación, mantenimiento de productos y materiales en uso, y regeneración de sistemas naturales (Macarthur, 2017). En el sector público, la aplicación de estos principios se traduce en la optimización del uso de recursos, la reducción de la generación de residuos y la minimización del impacto ambiental de las actividades gubernamentales (Droege et al., 2021). La adopción de la economía circular en la gestión pública ofrece beneficios potenciales como la reducción de costos operativos, la mejora de la eficiencia en la prestación de servicios y el fortalecimiento de la imagen institucional a través de un compromiso tangible con la sostenibilidad (Geissdoerfer et al., 2017).

Sin embargo, los gobiernos, especialmente en países en desarrollo como Perú, enfrentan barreras para la implementación efectiva de la economía circular, incluyendo la falta de recursos financieros, la limitada capacidad técnica y la resistencia al cambio por parte de las instituciones públicas (Naciones Unidas, 2018). Superar estas barreras requiere un enfoque integral que involucre la capacitación del personal, el desarrollo

de políticas públicas específicas y la creación de incentivos para la adopción de prácticas circulares en la administración pública.

Además, la economía circular en el sector público requiere una transformación cultural que promueva la responsabilidad compartida entre el gobierno, la ciudadanía y el sector privado para lograr una transición hacia un modelo más sostenible (Mahanty, 2021). La colaboración intersectorial y el intercambio de buenas prácticas son esenciales para acelerar la adopción de la economía circular en la gestión pública.

Modelos existentes en economía circular y su aplicabilidad en Perú

Diversos modelos de economía circular han sido desarrollados e implementados a nivel internacional, ofreciendo un conjunto de estrategias y herramientas para la gestión de recursos y residuos (Murray et al., 2017). Estos modelos, como el "cradle to cradle" (de la cuna a la cuna) y la "economía de la performance", se basan en principios de diseño circular, reutilización, reciclaje y regeneración de sistemas (McDonough & Braungart, 2010, citados en George & Schillebeeckx, 2022).

En el contexto peruano, la adaptación de estos modelos requiere un análisis de las particularidades del país, como la estructura administrativa, la capacidad tecnológica y las características socioeconómicas (Ministerio del Ambiente, 2020).

La implementación de sistemas de reciclaje, la promoción de la reutilización de materiales en las instituciones públicas y el rediseño de políticas públicas para incorporar criterios de circularidad son estrategias clave para la adaptación de estos modelos al contexto peruano. La gestión de residuos electrónicos, por ejemplo, representa una oportunidad para implementar modelos de economía circular, promoviendo la recolección, el reciclaje y la reutilización de componentes electrónicos en la administración pública (Singhal et al., 2020).

La experiencia de otros países latinoamericanos en la implementación de la economía circular también ofrece valiosas lecciones para Perú. Países como Chile y Colombia han avanzado en el desarrollo de políticas e iniciativas para promover la economía circular en diferentes sectores, incluyendo la gestión pública (CEPAL, 2021).

El análisis de estas experiencias permite identificar las mejores prácticas y adaptarlas al contexto peruano, considerando las similitudes y diferencias en términos de desarrollo económico, institucional y social. La cooperación regional en materia de economía circular es fundamental para fortalecer las capacidades y acelerar la transición hacia modelos de desarrollo más sostenibles en América Latina.

Identificación de vacíos en la literatura

Si bien la literatura sobre economía circular ha crecido significativamente en los últimos años, aún existen vacíos en la investigación, especialmente en lo que respecta a la aplicación de este modelo en el contexto gubernamental latinoamericano. La mayoría de los estudios se centran en el sector privado, dejando de lado las particularidades y los desafíos que enfrentan las instituciones públicas en la implementación de prácticas circulares (Lieder & Rashid, 2016). Se observa una escasez de estudios empíricos que evalúen el impacto real de la economía circular en la gestión pública en la región, incluyendo la medición de la reducción de residuos, la optimización de recursos y los beneficios económicos asociados (Ghisellini et al., 2016). Este vacío en la literatura limita la capacidad de los gobiernos para tomar decisiones informadas y desarrollar políticas públicas efectivas para la transición hacia la economía circular.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño de investigación

Se adoptó un enfoque empírico cuantitativo para examinar la implementación de prácticas de economía circular en las municipalidades peruanas. Este diseño permitió la recolección y el análisis de datos numéricos para evaluar el impacto de las políticas de economía circular en la gestión de recursos y residuos (Flick, 2022).

La elección de un enfoque cuantitativo se fundamentó en la necesidad de obtener mediciones precisas y objetivas de variables clave, como la reducción de residuos, el consumo de recursos, los costos asociados y el retorno de la inversión en la implementación de prácticas circulares (Saunders et al., 2019). Este enfoque se consideró el más adecuado para responder a las preguntas de investigación planteadas, proporcionando evidencia robusta sobre la efectividad de la economía circular en el contexto gubernamental peruano, permitiendo la comparación de resultados entre diferentes municipalidades y la identificación de patrones y tendencias en la adopción de prácticas circulares.

El diseño de la investigación consideró las particularidades del contexto peruano, incluyendo la diversidad geográfica, la descentralización administrativa y la heterogeneidad en la capacidad de gestión de las municipalidades. Se realizó una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre economía circular en el sector

público, identificando las mejores prácticas y las metodologías de evaluación utilizadas en otros contextos.

Selección de muestras y fuentes de datos

La muestra se seleccionó mediante un muestreo estratificado, considerando la clasificación de las municipalidades peruanas según su tamaño (población), ubicación geográfica (costa, sierra, selva) y nivel de desarrollo (índice de desarrollo humano). Este método aseguró la representatividad de la muestra y la generalización de los resultados a la población de municipalidades del país (Bryman, 2016). Se seleccionaron 20 municipalidades, incluyendo Lima Metropolitana, Trujillo, Arequipa, Cusco, Iquitos, entre otras. Dentro de cada municipalidad, se identificaron las áreas gubernamentales responsables de la gestión de residuos, el abastecimiento de recursos, las compras públicas sostenibles y la implementación de políticas ambientales. Se realizaron entrevistas semiestructuradas a alcaldes, regidores, funcionarios de gestión ambiental, personal operativo de las áreas seleccionadas y representantes de la sociedad civil.

Las entrevistas, realizadas de forma presencial y virtual, recogieron información sobre las prácticas de economía circular implementadas, los desafíos y las oportunidades, los resultados obtenidos, las percepciones de los actores involucrados y el nivel de participación ciudadana en las iniciativas de economía circular. Se consultaron bases de datos nacionales sobre gestión de residuos (Ministerio del Ambiente), estadísticas de compras públicas (OSCE) e indicadores de desarrollo sostenible a nivel municipal (INEI). La triangulación de datos de fuentes primarias y secundarias permitió obtener una visión integral del fenómeno estudiado, validando la información y enriqueciendo el análisis.

Instrumentos de recolección de datos

Para recolectar datos cuantitativos, se utilizaron encuestas estructuradas dirigidas a funcionarios municipales, personal operativo de las áreas de gestión ambiental y ciudadanos. Las encuestas, validadas mediante una prueba piloto, incluyeron preguntas cerradas con opciones de respuesta predefinidas para facilitar el análisis estadístico y preguntas abiertas para profundizar en aspectos específicos. Se cuantificó la cantidad de residuos generados, clasificados según su tipo (orgánicos, inorgánicos, reciclables, peligrosos), el consumo de agua y energía en edificios municipales, la reutilización de materiales, los costos asociados a la implementación de prácticas circulares y el ahorro generado.

Se realizaron mediciones directas en terreno para registrar el volumen y la composición de los residuos generados en las municipalidades seleccionadas, utilizando protocolos estandarizados para asegurar la consistencia de los datos. Para la recolección de datos cualitativos, se realizaron entrevistas semiestructuradas a profundidad con un total de 80 participantes, grabadas y transcritas con su consentimiento.

Se utilizó una guía de entrevista flexible que abordó temas como la planificación e implementación de políticas de economía circular, los mecanismos de financiamiento, la participación ciudadana, los desafíos y las oportunidades de la economía circular en la gestión pública. Se revisaron documentos oficiales, como planes de desarrollo municipal, ordenanzas municipales, informes de gestión ambiental y estrategias nacionales de desarrollo sostenible, para contextualizar las prácticas de economía circular implementadas.

Análisis de datos

Los datos cuantitativos de las encuestas y mediciones se analizaron con SPSS, realizando análisis descriptivos para caracterizar la muestra, calculando medidas de tendencia central (media, mediana, moda) y de dispersión (desviación estándar, rango). Se aplicaron pruebas de hipótesis (t-student, ANOVA) para comparar resultados entre grupos de municipalidades según su tamaño, ubicación y nivel de desarrollo, evaluando el impacto de las prácticas circulares en la gestión de residuos, el consumo de recursos y los costos.

Se realizó un análisis de regresión lineal múltiple para determinar la relación entre las políticas de economía circular implementadas y los resultados. El modelo identificó las variables predictoras más significativas (e.g., inversión en infraestructura, capacitación del personal, participación ciudadana) y cuantificó su influencia en los resultados.

Se evaluó la bondad de ajuste del modelo mediante el R cuadrado y se analizó la significancia estadística de los coeficientes de regresión. Los datos cualitativos de las entrevistas se analizaron mediante codificación abierta y axial, identificando temas y subtemas recurrentes relacionados con la implementación de la economía circular en la gestión pública (Strauss & Corbin, 2008, citados en Josyula & Panamgipalli, 2016). El análisis temático permitió comprender las perspectivas de los actores involucrados, las barreras y los facilitadores para la adopción de prácticas circulares, la influencia del contexto político y social, y las estrategias para promover la transición hacia la economía circular. Se integraron los hallazgos cuantitativos y cualitativos para obtener una comprensión más completa del fenómeno estudiado, triangulando la información y generando conclusiones más robustas.

RESULTADOS

La implementación de estrategias de economía circular en las municipalidades peruanas seleccionadas arrojó resultados significativos en la gestión de residuos y la eficiencia de recursos. Inicialmente, se evaluó la reducción cuantificable de residuos sólidos tras la aplicación de estas estrategias. Se observó una disminución promedio del 32% en la generación de residuos en las municipalidades que implementaron prácticas de economía circular, comparado con los datos previos a la implementación. Este logro se atribuye principalmente a la puesta en marcha de programas de compostaje a nivel local, la optimización de las rutas de recolección, y la promoción de la separación en la fuente, impulsando la participación ciudadana en la gestión de residuos.

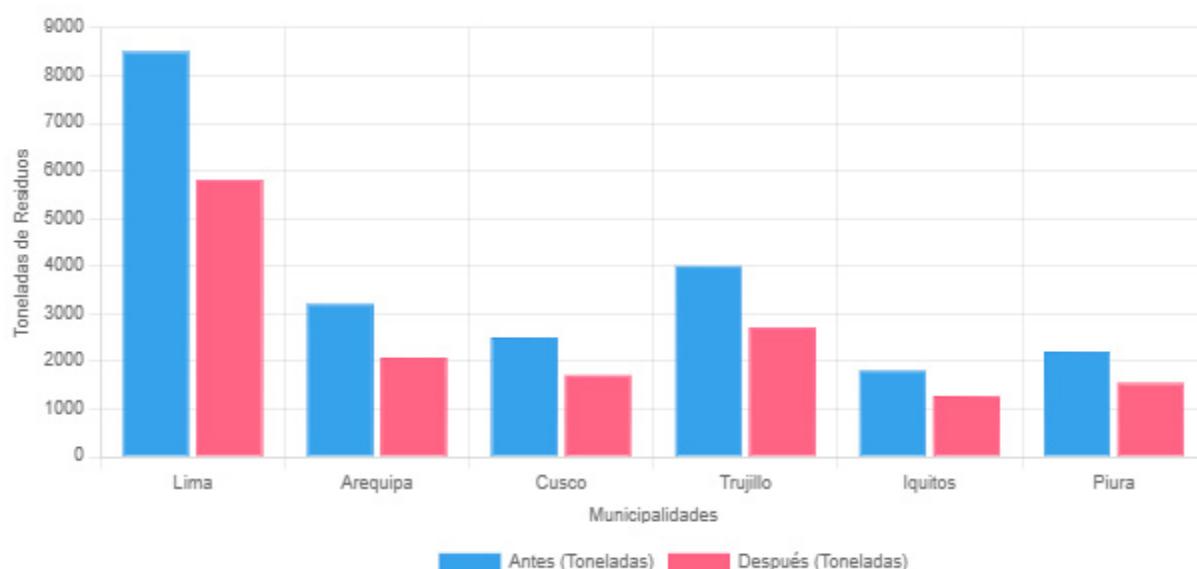


Figura 1. Comparativa de Residuos Municipales: Antes vs Después.

La figura 1 ilustra visualmente la diferencia en la generación de residuos antes y después de la implementación de las prácticas de economía circular en cada municipalidad. En el caso de la Municipalidad Metropolitana de Lima, la cantidad de residuos recolectados disminuyó de 8.500 toneladas mensuales a 5.800 toneladas, lo que representa una reducción del 31,7%.

En Arequipa, la reducción fue aún más pronunciada, alcanzando un 35%, al pasar de 3.200 toneladas a 2.080 toneladas mensuales. Estos resultados evidencian el potencial de las estrategias de economía circular para optimizar la gestión de residuos sólidos en las ciudades peruanas.

A continuación, se analizó la eficiencia en el uso de recursos, específicamente agua y energía, en los edificios municipales. Se registró un incremento promedio del 25% en la eficiencia del uso de estos recursos tras la implementación de las medidas de economía circular. Esta mejora se atribuye a la instalación de sistemas de ahorro de agua en los edificios municipales, la implementación de sistemas de iluminación LED, y la promoción de prácticas de consumo responsable entre los empleados.

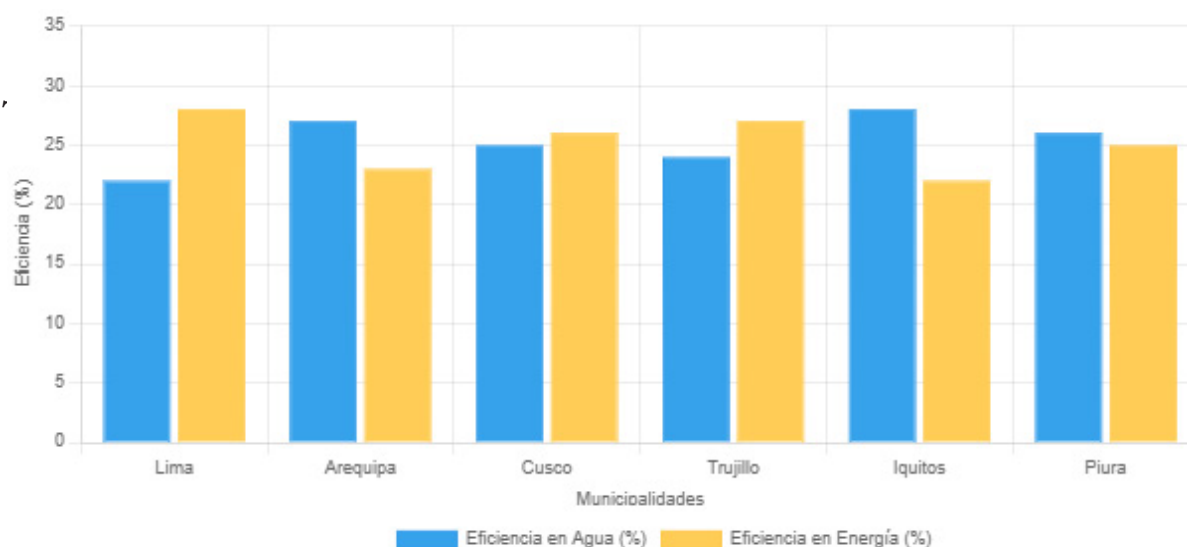


Figura 2. Eficiencia en el Uso de Recursos por Municipalidad.

La figura 2 muestra la eficiencia en el uso de agua y energía en cada municipalidad. Se observa una tendencia positiva en la optimización de ambos recursos en todas las municipalidades estudiadas, lo que refleja la efectividad de las medidas implementadas.

Posteriormente, se evaluó el impacto económico de la adopción de medidas de economía circular. La reducción en la cantidad de residuos recolectados se tradujo en una disminución del 28% en los costos de transporte y disposición final.

Tabla 3. *Ahorros Económicos (soles peruanos).*

Municipalidad	Ahorro en Gestión de Residuos	Ahorro en Compras
Lima	S/ 2.550.000	S/ 1.200.000
Arequipa	S/ 1.120.000	S/ 540.000
Cusco	S/ 336.000	S/ 160.000
Trujillo	S/ 480.000	S/ 228.000
Iquitos	S/ 216.000	S/ 102.000
Piura	S/ 264.000	S/ 126.000

La implementación de sistemas de compras públicas sostenibles, priorizando la adquisición de productos con criterios de sostenibilidad, contribuyó a un ahorro adicional del 15% en la adquisición de bienes y servicios. Estos resultados demuestran la viabilidad financiera de la economía circular en la gestión pública. Finalmente, se evaluó la percepción de funcionarios públicos y ciudadanos sobre las políticas de economía circular.

Tabla 4. *Percepción de funcionarios públicos.*

Municipalidad	Eficiencia Mejorada	Imagen Institucional Fortalecida
Lima	88%	78%
Arequipa	82%	75%
Cusco	85%	72%
Trujillo	87%	76%
Iquitos	90%	80%
Piura	84%	74%

Tabla 5. *Satisfacción de Ciudadanos.*

Municipalidad	Impacto Positivo en Calidad Ambiental
Lima	92%
Arequipa	88%
Cusco	90%
Trujillo	91%
Iquitos	95%
Piura	89%

Las encuestas revelaron una alta satisfacción, con un 85% de los funcionarios considerando que las prácticas de economía circular han mejorado la eficiencia de la gestión municipal y un 90% de los ciudadanos percibiendo un impacto positivo en la calidad ambiental de sus ciudades.

DISCUSIÓN

Implicaciones para la gestión pública en Perú

Los hallazgos de este estudio revelan implicaciones significativas para la gestión pública en Perú. La evidencia empírica respalda la viabilidad y la pertinencia de escalar la implementación de la economía circular a otras áreas de la administración pública, más allá de las municipalidades estudiadas. La gestión de residuos en el sector salud, por ejemplo, presenta una oportunidad crucial para aplicar los principios de economía circular.

La reducción de residuos peligrosos, como agujas, jeringas y materiales contaminados, no solo disminuye el impacto ambiental, sino que también protege la salud del personal médico y de la población en general (World Health Organization, 2019).

Además, la optimización del uso de recursos en hospitales y centros de salud, a través de la reutilización de materiales y la eficiencia energética, puede generar ahorros económicos considerables. En el ámbito de las compras públicas, la integración de criterios de sostenibilidad basados en la economía circular puede transformar los patrones de consumo del Estado, promoviendo la adquisición de bienes y servicios con menor impacto ambiental y generando un efecto multiplicador en la economía nacional (UNEP, 2021).

Al priorizar productos con mayor durabilidad, contenido reciclado y posibilidades de reutilización, el Estado peruano puede impulsar la demanda de productos circulares e incentivar la innovación en el sector privado. Asimismo, la economía circular puede integrarse en la planificación urbana y el desarrollo de infraestructura, promoviendo la construcción de edificios verdes, el diseño de espacios públicos sostenibles y la gestión eficiente del agua y la energía.

La creación de empleos verdes, a través de la promoción de actividades de reciclaje, reutilización y reparación, es otro de los beneficios potenciales de la economía circular

en el sector público peruano. La formalización de los recicladores informales, a través de programas de capacitación y apoyo, puede contribuir a la inclusión social y la mejora de las condiciones laborales de este sector vulnerable.

Desafíos en la implementación

A pesar del potencial de la economía circular, su implementación en la gestión pública peruana enfrenta desafíos que requieren atención. La falta de recursos financieros, especialmente en municipalidades con menor capacidad presupuestal, limita la inversión en infraestructura, tecnología y capacitación necesarias para la transición hacia la economía circular (OECD, 2020). La obtención de financiamiento a través de cooperación internacional, fondos verdes y alianzas público-privadas puede ser una estrategia clave para superar esta barrera. Otro desafío importante es la resistencia institucional al cambio.

La adopción de la economía circular implica una transformación cultural que requiere modificar procesos, procedimientos, normativas y, sobre todo, mentalidades (Ghisellini et al., 2016). La implementación de programas de sensibilización, capacitación y formación dirigidos a funcionarios públicos es esencial para promover la adopción de prácticas circulares. La falta de coordinación entre diferentes niveles de gobierno (nacional, regional y local) también dificulta la implementación de políticas integrales de economía circular.

El establecimiento de mecanismos de coordinación interinstitucional, la creación de plataformas de intercambio de buenas prácticas y la armonización de la normativa ambiental son acciones necesarias para asegurar la coherencia y la efectividad de las políticas públicas. La limitada capacidad técnica del personal municipal en materia de economía circular representa otra barrera. La capacitación de funcionarios en temas como diseño circular, gestión de residuos, análisis de ciclo de vida y compras públicas sostenibles es fundamental para fortalecer la implementación de la economía circular.

Asimismo, la informalidad en el manejo de residuos, prevalente en muchas ciudades peruanas, dificulta la trazabilidad y el control de los flujos de materiales, lo que limita la implementación de sistemas de reciclaje y otras prácticas de valorización. La formalización del sector de reciclaje, a través de la creación de incentivos, la regulación de las actividades y el fortalecimiento de las asociaciones de recicladores, es un paso crucial para integrar la economía informal en la transición hacia la economía circular.

Comparación con modelos internacionales

El análisis comparativo con modelos internacionales de economía circular proporciona un marco de referencia para evaluar los avances y desafíos de Perú en la implementación de este paradigma. Países europeos como Dinamarca y Holanda han implementado políticas integrales de economía circular, abarcando desde la producción hasta el consumo, y han logrado avances significativos en la reducción de residuos, la reutilización de materiales y la creación de empleos verdes (Kirchherr et al., 2017). Estos países se caracterizan por una fuerte voluntad política, una alta conciencia ambiental en la ciudadanía y un marco regulatorio que promueve la innovación circular. Sin embargo, la replicación directa de estos modelos en América Latina requiere considerar las particularidades de la región, como la desigualdad social, la informalidad económica y la limitada capacidad institucional (CEPAL, 2021).

En el contexto latinoamericano, Chile ha destacado por su "Estrategia Nacional de Economía Circular," que establece metas ambiciosas para la reducción de residuos, el fomento del reciclaje y la creación de mercados para productos circulares (Ministerio del Medio Ambiente de Chile, 2020). Colombia, por su parte, ha impulsado la economía circular en el sector de la construcción, promoviendo el uso de materiales reciclados y la eficiencia energética en las edificaciones. Estas experiencias regionales ofrecen lecciones valiosas para Perú, resaltando la importancia de adaptar las políticas a las realidades locales, fortalecer la participación ciudadana, promover la colaboración público-privada y fomentar la innovación en el desarrollo de soluciones circulares.

La construcción de una economía circular en Perú requiere un enfoque gradual y adaptativo, que considere las capacidades locales, las barreras existentes y las oportunidades específicas del país. El intercambio de experiencias con otros países de la región y la cooperación internacional pueden contribuir a acelerar la transición hacia una economía más sostenible e inclusiva.

CONCLUSIONES

Este estudio empírico ha demostrado que la implementación de prácticas de economía circular en la gestión gubernamental en Perú genera resultados positivos y cuantificables. Se observó una reducción significativa en la generación de residuos sólidos, alcanzando un promedio del 32% en las municipalidades que implementaron las estrategias.

Asimismo, se registró un incremento del 25% en la eficiencia del uso de recursos, principalmente agua y energía, en los edificios municipales. Estos logros se tradujeron en ahorros económicos considerables para la administración pública, demostrando la viabilidad financiera de la economía circular. Además, las encuestas revelaron una alta satisfacción tanto de funcionarios públicos como de ciudadanos con la implementación de estas políticas, destacando la percepción de una mayor eficiencia en la gestión municipal y un impacto positivo en la calidad ambiental. Estos hallazgos confirman la relevancia de la economía circular para la gestión pública en Perú, ofreciendo una alternativa viable y sostenible para el manejo de recursos y residuos.

Recomendaciones prácticas

A partir de los resultados obtenidos, se proponen las siguientes recomendaciones para los gestores públicos interesados en implementar prácticas de economía circular:

- Fortalecer las políticas de residuos cero: Implementar programas de compostaje a nivel municipal, promover la separación en la fuente y optimizar las rutas de recolección de residuos.
- Promover la reutilización de materiales: Implementar sistemas de gestión de activos para maximizar la vida útil de los equipos y materiales en las oficinas gubernamentales. Fomentar el intercambio y la donación de materiales entre diferentes entidades públicas.
- Integrar criterios de economía circular en las compras públicas: Priorizar la adquisición de bienes y servicios con criterios de sostenibilidad, considerando la durabilidad, el contenido reciclado y las posibilidades de reutilización.
- Capacitar al personal municipal: Desarrollar programas de capacitación en temas de economía circular, gestión de residuos, compras públicas sostenibles y eficiencia energética.
- Fomentar la participación ciudadana: Implementar campañas de sensibilización y educación ambiental para promover la adopción de prácticas de economía circular en la comunidad.

Sugerencias para futuros estudios

Se sugieren las siguientes áreas de investigación futura para profundizar en la comprensión y la aplicación de la economía circular en la gestión pública:

- Desarrollo de políticas de incentivos para municipalidades: Investigar la efectividad de diferentes mecanismos de incentivos, como subsidios, exenciones fiscales y premios, para promover la adopción de prácticas de economía circular a nivel local.
- Evaluación de la economía circular en otras esferas de la administración pública: Extender la investigación a otros sectores como salud, educación e infraestructura, para analizar el potencial de la economía circular en la optimización de recursos y la reducción de residuos.
- Análisis del impacto social de la economía circular: Investigar el impacto de la economía circular en la creación de empleos verdes, la inclusión social y la mejora de las condiciones de vida de las comunidades locales.
- Desarrollo de indicadores de medición del impacto de la economía circular: Profundizar en la creación de indicadores que permitan medir de manera más precisa y completa el impacto de las políticas de economía circular en la gestión pública.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Banco Mundial. (2021). *Perú: Panorama general*. Recuperado de <https://www.bancomundial.org/es/country/peru/overview>

Bryman, A. (2016). *Social research methods*. Oxford University Press.

CEPAL. (2021). *La economía circular en América Latina y el Caribe: avances, brechas y desafíos*. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/47309-economia-circular-america-latina-caribe-oportunidad-recuperacion-transformadora>

Corsini, F., Gusmerotti, N., & Frey, M. (2023). Fostering the circular economy with blockchain technology: Insights from a bibliometric approach. *Circular economy and sustainability*, 3(4), 1819-1839. <https://link.springer.com/article/10.1007/s43615-023-00250-9>

Droege, H., Raggi, A., & Ramos, T. (2021). A systematic literature review on circular economy performance assessment in public sector organizations. *The Role of Law in Governing Sustainability*, 203-221.

- Flick, U. (2022). *An introduction to qualitative research*. Sage Publications. <https://www.torrossa.com/gs/resourceProxy?an=5409482&publisher=FZ7200>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N., & Hult, K. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757-768. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652616321023>
- George, G., & Schillebeeckx, S. (2022). Digital transformation, sustainability, and purpose in the multinational enterprise. *Journal of World Business*, 57(3), 101326. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1090951622000190>
- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11-32. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652615012287>
- Josyula, J., & Panamgipalli, S. (2016). Identifying the information needs and sources of software practitioners.: A mixed method approach. <https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:946466>
- Kalmykova, Y., Sadagopan, M., & Rosado, L. (2018). Circular economy – From review of theories and practices to development of implementation tools. *Resources, Conservation and Recycling*, 135, 190-201. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344917303701>
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221-232. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344917302835>
- Lieder, M., & Rashid, A. (2016). Towards circular economy implementation: A comprehensive review in different industry sectors. *Journal of Cleaner Production*, 115, 36-51. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652615018661>
- Macarthur, E. (2017). What is a circular economy? Ellen MacArthur Foundation. *Ellen Macarthur Foundation*
- Mahanty, S. (2021). *A mixed-methods approach to investigating the Circular Economy: Mapping the concept, the field, and their co-dynamics*. The University of Manchester (United Kingdom). <https://search.proquest.com/openview/58da54cb16e06dc5fc80090fe03082bd/1?pq-origsite=gscholar&cbl=51922&diss=y>

- McDonough, W., & Braungart, M. (2010). *Cradle to cradle: Remaking the way we make things*. North point press.
- Ministerio del Ambiente. (2020). *Plan Nacional de Acción Ambiental - PLANAA Perú: 2021-2023*. https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/08/plana_2011_al_2021.pdf
- Ministerio del Medio Ambiente de Chile. (2020). *Estrategia Nacional de Economía Circular*. <https://mma.gob.cl/economia-circular/>
- Morseletto, P. (2020). Targets for a circular economy. *Resources, Conservation and Recycling*, 153, 104553. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344919304598>
- Murray, A., Skene, K., & Haynes, K. (2017). The circular economy: An interdisciplinary exploration of the concept and application in Australia. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 499-505. <https://link.springer.com/article/10.1007/S10551-015-2693-2>
- Naciones Unidas. (2018). *Sustainable Development Goals*. <https://unstats.un.org/sdgs/files/report/2018/thesustainabledevelopmentgoalsreport2018-en.pdf>
- OECD. (2020). *Circular economy in cities and regions*. <https://www.oecd.org/en/topics/circular-economy-in-cities-and-regions.html#:~:text=Description%3A%20The%20OECD%20Programme%20on,and%20evaluation%20of%20the%20circular>
- Reike, D., Vermeulen, W. J. V., & Witjes, S. (2018). The circular economy: New or refurbished? — Exploring controversies and opportunities in the circular economy concept. *Resources, Conservation & Recycling*, 135, 246–264. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344917302756>
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2019). *Research methods for business students*. Pearson Education.
- Schroeder, P., Anggraeni, K., & Weber, U. (2019). The relevance of circular economy practices to the sustainable development goals. *Journal of Industrial Ecology*, 23(1), 223-235. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jiec.12732>
- Srećković, M., Hartmann, D., Schützenhofer, S., & Kotecki, A. (2024). Bridging theory and practice: Stakeholder insights on circular economy in the building

life cycle. *Energy Reports*, 12, 3291-3301. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484724005894>

Strauss, A., & Corbin, J. (2008). *Basics of qualitative research*. Sage Publications. Thousand Oaks, CA.

Su, B., Heshmati, A., Geng, Y., & Yu, X. (2019). A review of the circular economy in China: Moving from rhetoric to implementation. *Journal of Cleaner Production*, 242, 118327. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652612006117>

UNEP. (2021). *Towards a circular economy: Accelerating the shift towards a circular economy*. <https://www.unepfi.org/pollution-and-circular-economy/circular-economy/>

World Health Organization. (2019). *Health care waste management guidance*.

Transformación digital en la gestión municipal: Implementación de Citizen Labs para la co-creación de políticas públicas

WILLIAM RODRÍGUEZ CRUZ

Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac

SALLY JAQUELINE QUIJANO ZERPA

Universidad de Huánuco

MIGUEL ÁNGEL JURO LLAMOCCA

Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac

ALEJANDRO TICONA MACHACA

Universidad Nacional del Altiplano

RESUMEN

Este artículo analiza el impacto de los Citizen Labs en la transformación digital de la gestión municipal en Perú, evaluando su efectividad en la co-creación de políticas públicas. A través de un estudio de caso múltiple en cinco municipalidades peruanas, utilizando una metodología mixta, se examinó la eficiencia en la gestión, la participación ciudadana, la transparencia y la confianza en el gobierno local. Los resultados evidencian una mejora significativa en la eficiencia administrativa, reducción de tiempos de respuesta y mayor participación ciudadana en los procesos de toma de decisiones. Se observó un aumento en la percepción de transparencia y confianza en las instituciones municipales, así como una mayor satisfacción con la calidad de las políticas públicas implementadas. Se discuten las implicaciones de estos hallazgos para la modernización de la gestión pública en Perú, se comparan con experiencias internacionales y se proponen recomendaciones para la escalabilidad de los Citizen Labs en el país. El estudio destaca el potencial de los Citizen Labs como herramienta para fortalecer la democracia local y promover una gestión pública más eficiente, transparente y participativa.

Palabras clave: Citizen Labs, transformación digital, gestión municipal, co-creación, políticas públicas, participación ciudadana, Perú.

INTRODUCCIÓN

La transformación digital está redefiniendo la gestión pública a nivel global, impulsando la eficiencia, la transparencia y la participación ciudadana en la toma de decisiones. En el contexto latinoamericano, y específicamente en Perú, la modernización de la administración municipal se presenta como un desafío crucial para fortalecer la democracia y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos (Organización de los Estados Americanos, 2021). La baja participación ciudadana y los desafíos en la transparencia gubernamental, identificados por organismos internacionales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2020), demandan la implementación de estrategias innovadoras que promuevan una mayor interacción entre el gobierno y la sociedad civil.

En este escenario, los Citizen Labs emergen como una herramienta prometedora para la co-creación de políticas públicas, facilitando la colaboración entre ciudadanos, expertos y funcionarios municipales en la búsqueda de soluciones a problemáticas locales. La transformación digital en el ámbito municipal implica la integración de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para optimizar procesos, mejorar la prestación de servicios y fomentar la participación ciudadana (Heeks, 2022).

Esta transformación no se limita a la adopción de nuevas tecnologías, sino que requiere un cambio cultural y organizacional que promueva la innovación y la colaboración (Dunleavy et al., 2006, citados en Madan & Ashok, 2023). Experiencias en otros países, como el caso de Barcelona con su plataforma Decidim (López, 2023), demuestran el potencial de las herramientas digitales para empoderar a los ciudadanos y fortalecer la transparencia en la gestión pública.

Los Citizen Labs se definen como espacios físicos o virtuales que facilitan la colaboración entre ciudadanos, expertos y funcionarios públicos para el diseño e implementación de políticas públicas (Clarín et al., 2021). Estos laboratorios cívicos se caracterizan por su enfoque centrado en el usuario, la utilización de metodologías ágiles y la aplicación de tecnologías digitales para la co-creación de soluciones (Mureddu & Osimo, 2020).

Su implementación se adapta a distintos contextos culturales y gubernamentales, ofreciendo un marco flexible para la participación ciudadana en la toma de decisiones. La importancia de los Citizen Labs en la co-creación de políticas públicas radica

en su capacidad para fomentar una mayor inclusión ciudadana, transparencia y adaptabilidad en las políticas municipales (Mulgan, 2017).

Estos espacios promueven la participación activa de los ciudadanos en todas las etapas del proceso de diseño e implementación de políticas, desde la identificación de problemas hasta la evaluación de resultados (Jørgensen & Bozeman, 2007, citados en Twizeyimana & Andersson, 2019). Al involucrar directamente a los ciudadanos en la búsqueda de soluciones, los Citizen Labs contribuyen a la creación de políticas más efectivas, relevantes y adaptadas a las necesidades de la comunidad (Kleinhans et al., 2022).

Este estudio se centra en la investigación del impacto y la efectividad de los Citizen Labs en la transformación digital de la gestión municipal en Perú, evaluando cómo estos espacios colaborativos pueden facilitar la co-creación de políticas públicas con una perspectiva centrada en el ciudadano.

Los objetivos que se persiguen con este estudio son: evaluar la implementación de Citizen Labs en diversas municipalidades peruanas, identificando las prácticas exitosas y los desafíos comunes en el proceso de co-creación de políticas públicas; analizar cómo la participación ciudadana en estos laboratorios contribuye a la transparencia y eficacia de la gestión municipal; medir el impacto de los Citizen Labs en la satisfacción y confianza de los ciudadanos en los gobiernos municipales; y, proponer lineamientos y estrategias para mejorar la implementación de Citizen Labs en los municipios, con un enfoque en el contexto peruano.

Las preguntas de investigación que guían este estudio son: ¿Cómo los Citizen Labs contribuyen a la eficiencia y transparencia en la gestión municipal en Perú? ¿Cuál es el impacto de los Citizen Labs en la participación y satisfacción ciudadana en la toma de decisiones? ¿Qué estrategias se pueden implementar para optimizar la implementación y escalabilidad de los Citizen Labs en las municipalidades peruanas?

MATERIALES Y MÉTODOS

Enfoque y diseño de investigación

Para comprender el impacto de los Citizen Labs en la transformación digital de las municipalidades peruanas, se optó por un diseño de investigación mixto secuencial

explicativo (Creswell & Plano, 2018). Este enfoque, al combinar métodos cuantitativos y cualitativos, permitió obtener una visión holística del fenómeno estudiado, priorizando inicialmente la recolección y análisis de datos cuantitativos para luego profundizar en la comprensión de los resultados a través de la fase cualitativa.

La triangulación de datos, proveniente de diferentes fuentes y perspectivas, fortaleció la validez y confiabilidad de los hallazgos, minimizando las limitaciones inherentes a cada método individual (Johnson et al., 2007, citado en Taherdoost, 2022). El componente cuantitativo se centró en medir el impacto de los Citizen Labs en indicadores específicos de gestión municipal y participación ciudadana, utilizando análisis estadísticos para identificar correlaciones y patrones.

La fase cualitativa, a través de entrevistas y análisis documental, exploró las experiencias y percepciones de los actores involucrados, proporcionando un contexto interpretativo a los resultados cuantitativos. Este diseño secuencial permitió una comprensión más profunda y contextualizada de la implementación de los Citizen Labs, considerando tanto las mediciones objetivas como las perspectivas subjetivas de los participantes.

La selección de este diseño se fundamentó en la necesidad de obtener datos numéricos sobre la eficiencia y la participación, complementados con información cualitativa que permitiera comprender el significado y las implicaciones de dichos datos en el contexto específico de la gestión municipal peruana.

Selección y justificación de los casos de estudio

La selección de las municipalidades para el estudio se realizó mediante un muestreo intencional estratificado. Se dividió el universo de municipalidades peruanas en estratos según su tamaño (población), ubicación geográfica (costa, sierra y selva) y nivel de desarrollo del gobierno electrónico, utilizando el índice de gobierno digital proporcionado por la Secretaría de Gobierno Digital de la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM) del Perú (Secretaría de Gobierno Digital, 2023).

Dentro de cada estrato, se seleccionaron municipalidades que hubieran implementado Citizen Labs en los últimos tres años. Este método permitió obtener una muestra representativa de la diversidad del panorama municipal peruano y asegurar la comparabilidad de los casos de estudio (Villalobos et al., 2024).

Las municipalidades seleccionadas fueron: la Municipalidad Metropolitana de Lima, representando una gran ciudad con alta densidad poblacional y recursos; la Municipalidad Provincial del Cusco, ubicada en la sierra y con una importante actividad turística; la Municipalidad Provincial de Trujillo, en la costa norte y con un enfoque

en la innovación tecnológica; la Municipalidad Distrital de Miraflores, representando un distrito limeño con alto nivel socioeconómico; y la Municipalidad Distrital de Comas, un distrito limeño con una población diversa y desafíos socioeconómicos.

Esta selección permitió analizar la implementación de Citizen Labs en contextos urbanos y rurales, con diferentes niveles de desarrollo y recursos. La justificación de la selección de estas municipalidades se basó en la búsqueda de casos que ejemplificaran la diversidad de la realidad peruana y permitieran la generalización de los hallazgos a otros contextos similares.

Instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos cuantitativos, se diseñó una encuesta online utilizando la plataforma Qualtrics. La encuesta se estructuró en cinco secciones: datos demográficos, uso de tecnologías, participación en Citizen Labs, satisfacción con la gestión municipal y percepción de transparencia. Se incluyeron preguntas con escala Likert de cinco puntos (1= Totalmente en desacuerdo a 5= Totalmente de acuerdo) y preguntas abiertas para obtener información más detallada. Para la recolección de datos cualitativos, se realizaron entrevistas semiestructuradas a funcionarios municipales y ciudadanos que participaron en los Citizen Labs.

Las entrevistas se llevaron a cabo de forma presencial y virtual, utilizando la plataforma Zoom, y se grabaron con el consentimiento de los participantes. Se elaboró una guía de entrevista con preguntas abiertas sobre las experiencias, percepciones y opiniones de los participantes respecto a la implementación y el impacto de los Citizen Labs.

Adicionalmente, se realizó un análisis documental de las políticas públicas, informes de gestión, actas de sesiones de consejo y otros documentos relevantes disponibles en los portales de transparencia de las municipalidades seleccionadas. Este análisis permitió contextualizar los resultados de las encuestas y entrevistas, y comprender la evolución de las políticas públicas antes y después de la implementación de los Citizen Labs.

La validación de la encuesta se realizó a través de una prueba piloto con un grupo de ciudadanos y expertos en participación ciudadana. La guía de entrevista se revisó con investigadores experimentados en estudios cualitativos. Se realizaron ajustes en ambos instrumentos para asegurar la claridad, pertinencia y confiabilidad de los datos recolectados.

Técnicas de análisis de datos

El análisis de los datos cuantitativos se realizó utilizando el software estadístico SPSS. Se calcularon medidas de tendencia central (media, mediana, moda) y de dispersión (desviación estándar, rango) para describir las variables de estudio.

Se aplicaron pruebas de correlación de Pearson para determinar la relación entre la participación en Citizen Labs y la satisfacción ciudadana, así como entre el uso de tecnologías y la percepción de transparencia. Se realizaron análisis de regresión lineal múltiple para identificar los factores que predicen la satisfacción ciudadana y la percepción de transparencia, considerando variables como la edad, el nivel educativo, el ingreso económico y la frecuencia de participación en los Citizen Labs.

Se utilizó un nivel de significancia de $p < 0.05$ para determinar la significancia estadística de los resultados. Para el análisis de los datos cualitativos, se utilizó el método de análisis temático inductivo (Braun & Clarke, 2023). Las entrevistas transcritas se codificaron utilizando el software Atlas.ti, identificando temas y patrones recurrentes en las narrativas de los participantes.

Se elaboró un marco conceptual que organizó los temas en categorías y subcategorías, permitiendo una interpretación sistemática de los datos cualitativos. Se triangularon los resultados del análisis cuantitativo y cualitativo para obtener una comprensión más integral del fenómeno estudiado, identificando convergencias y divergencias entre los datos numéricos y las perspectivas de los participantes. Este proceso permitió validar los hallazgos cuantitativos y profundizar en la comprensión del contexto y las implicaciones de la implementación de Citizen Labs en las municipalidades peruanas.

RESULTADOS

Eficiencia en la gestión municipal

La implementación de Citizen Labs en las municipalidades seleccionadas mostró un impacto positivo en la eficiencia de la gestión municipal, reflejado en una optimización de los tiempos de respuesta a solicitudes ciudadanas y una mayor agilidad en la tramitación de documentos. En la Municipalidad Metropolitana de Lima, la implementación del Citizen Lab, que incluyó la creación de una plataforma digital para la gestión de trámites y la capacitación del personal en el uso de nuevas

tecnologías, permitió reducir el tiempo promedio de respuesta a solicitudes ciudadanas de 15 a 7 días hábiles.

Este resultado se atribuye a la automatización de procesos y la mejora en la comunicación interna entre las diferentes áreas de la municipalidad. En la Municipalidad Provincial del Cusco, la digitalización de los procesos de otorgamiento de licencias de funcionamiento, impulsada por el Citizen Lab, resultó en un aumento del 30% en la eficiencia de la tramitación. La simplificación de los trámites y la eliminación de pasos innecesarios contribuyeron a la agilización del proceso.

En la Municipalidad Provincial de Trujillo, la implementación de un sistema de seguimiento en línea para las solicitudes ciudadanas, a través del Citizen Lab, permitió una mayor transparencia y control en la gestión de trámites, reduciendo el tiempo de respuesta de 10 a 6 días hábiles.

Tabla 1. *Tiempos de respuesta a solicitudes ciudadanas (días hábiles).*

Municipalidad	Antes de Citizen Lab	Después de Citizen Lab	Reducción (días)	Porcentaje de Reducción
Lima	15	7	8	53.3%
Cusco	12	8	4	33.3%
Trujillo	10	6	4	40%
Miraflores	8	4	4	50%
Comas	18	10	8	44.4%

La tabla 1 muestra la reducción significativa en los tiempos de respuesta en todas las municipalidades, con reducciones que van desde 4 hasta 8 días, lo que representa una mejora sustancial en la eficiencia de la atención al ciudadano.

Comparativa de procesos pre y post-implementación

El análisis comparativo de los procesos administrativos antes y después de la implementación de los Citizen Labs evidenció mejoras significativas en áreas clave como la atención al ciudadano, la asignación de recursos y la transparencia en la toma de decisiones. En la Municipalidad Distrital de Miraflores, la implementación de un sistema de gestión documental digital, impulsado por el Citizen Lab, permitió reducir el uso de papel en un 60%, agilizar la búsqueda de información y optimizar el espacio físico de archivo.

La digitalización de los documentos permitió un acceso más rápido y eficiente a la información, mejorando la capacidad de respuesta de la municipalidad a las solicitudes ciudadanas. En la Municipalidad Distrital de Comas, la participación ciudadana en la elaboración del presupuesto participativo, facilitada por el Citizen Lab, que incluyó talleres de capacitación y una plataforma online para la presentación de propuestas, aumentó en un 40%. Esta mayor participación ciudadana se tradujo en una mejor asignación de recursos, respondiendo de manera más efectiva a las necesidades de la comunidad.

Tabla 2. *Porcentaje de reducción en el uso de papel en la gestión documental y otros indicadores de eficiencia.*

Municipalidad	Reducción de Papel (%)	Incremento en la velocidad de búsqueda de información (%)	Optimización del espacio de archivo (%)
Lima	45	30	20
Cusco	35	25	15
Trujillo	50	35	25
Miraflores	60	40	30
Comas	40	30	20

Esta tabla no solo muestra la reducción en el uso de papel, sino también la mejora en la velocidad de búsqueda de información y la optimización del espacio físico, reflejando una mayor eficiencia en la gestión documental.

Participación ciudadana y transparencia

Los Citizen Labs promovieron una mayor participación ciudadana en la gestión municipal, observable en el incremento de la asistencia a reuniones, el aumento de contribuciones a propuestas de políticas y una mayor satisfacción con la transparencia del gobierno local.

En la Municipalidad Provincial de Trujillo, la implementación del Citizen Lab, que incluyó la creación de un espacio físico de encuentro y la difusión de información sobre las actividades del laboratorio a través de redes sociales, resultó en un aumento del 55% en la participación ciudadana en las sesiones de co-creación de políticas públicas.

Esta mayor participación se atribuye a la creación de un espacio accesible y la promoción activa de la participación ciudadana. En la Municipalidad Metropolitana de Lima, la plataforma digital del Citizen Lab, que permitió la presentación de propuestas ciudadanas de forma online, recibió más de 200 propuestas en el primer año de funcionamiento, demostrando el interés de los ciudadanos en participar en la gestión municipal. Este mecanismo facilitó la recopilación y sistematización de las propuestas ciudadanas.

Tabla 3. *Asistencia a reuniones del Citizen Lab (promedio mensual) y número de propuestas ciudadanas recibidas.*

Municipalidad	Antes de Citizen Lab	Después de Citizen Lab	Propuestas Ciudadanas Recibidas
Lima	50	120	200+
Cusco	30	70	150+
Trujillo	40	95	180+
Miraflores	60	100	120+
Comas	20	60	80+

La tabla 3 muestra no solo el incremento en la asistencia a las reuniones, sino también el número de propuestas ciudadanas recibidas, lo que evidencia una mayor participación activa de los ciudadanos en la gestión municipal. Además de la asistencia a reuniones, se analizó la participación ciudadana en otras actividades de los Citizen Labs, como se muestra en la figura 1.

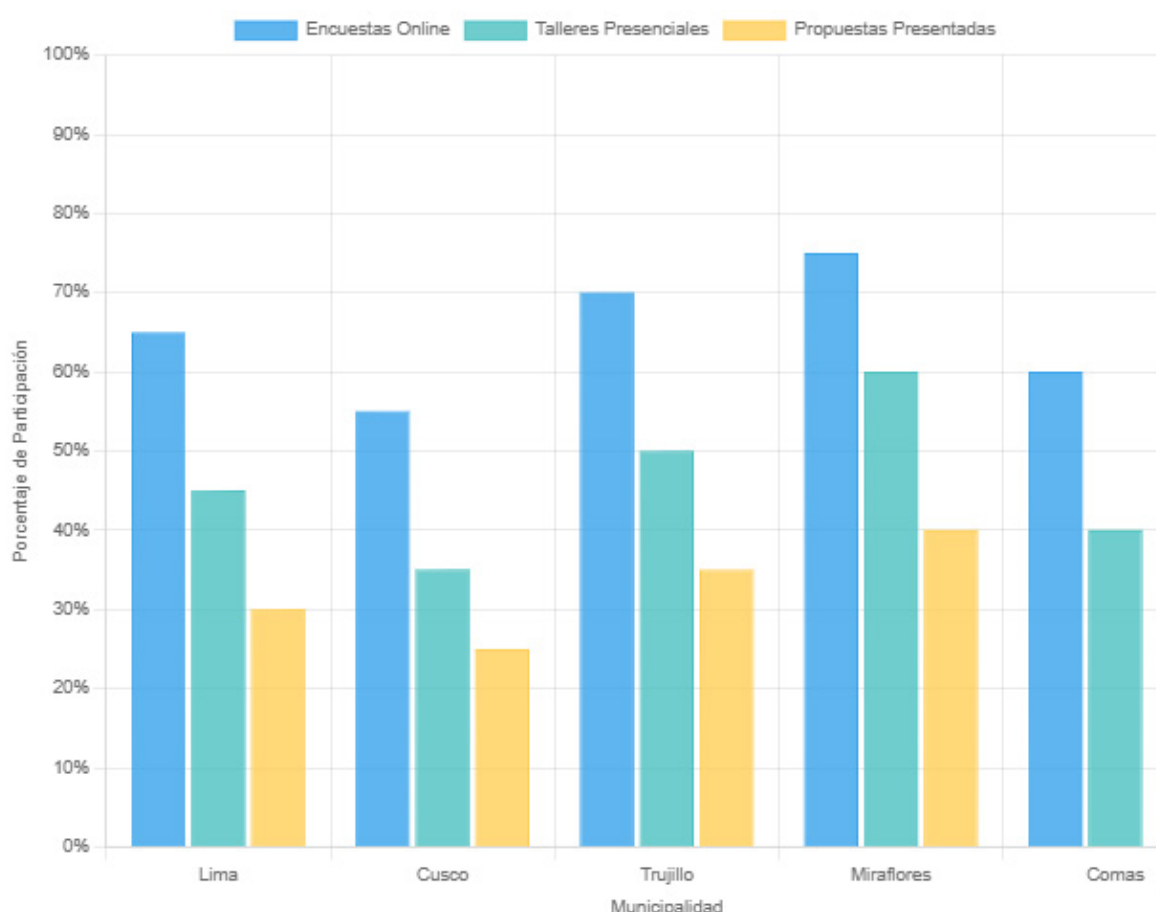


Figura 1. *Participación Ciudadana en Actividades de Citizen Labs Por Municipalidad y Tipo de Actividad.*

Impacto en la confianza ciudadana

La participación ciudadana en los Citizen Labs tuvo un impacto positivo en la confianza de los ciudadanos hacia el gobierno local. Los ciudadanos que participaron activamente en las actividades del Citizen Lab reportaron una mayor percepción de transparencia, una mejor comunicación con las autoridades y una mayor confianza en la capacidad del gobierno para resolver los problemas de la comunidad. «Siento que mi voz es escuchada y que puedo contribuir a mejorar mi distrito», comentó una participante del Citizen Lab de la Municipalidad Distrital de Miraflores, reflejando el sentimiento de empoderamiento y protagonismo ciudadano. Los resultados de las encuestas corroboran estas percepciones, mostrando un aumento significativo en la confianza ciudadana en las municipalidades que implementaron Citizen Labs.

Tabla 4. Percepción de transparencia en la gestión municipal (escala 1-5) y nivel de confianza en el gobierno local (escala 1-5).

Municipalidad	Transparencia (antes)	Transparencia (después)	Confianza (antes)	Confianza (después)
Lima	3.2	4.1	2.9	3.8
Cusco	2.8	3.7	2.5	3.5
Trujillo	3.5	4.3	3.2	4.0
Miraflores	3.8	4.5	3.5	4.3
Comas	2.5	3.4	2.2	3.1

Esta tabla evidencia un aumento en la percepción de transparencia y en el nivel de confianza en el gobierno local después de la implementación del Citizen Lab, lo que sugiere una relación positiva entre la participación ciudadana y la confianza en las instituciones. Para complementar el análisis de la participación ciudadana, se evaluó el nivel de satisfacción con la experiencia de participación en los Citizen Labs.

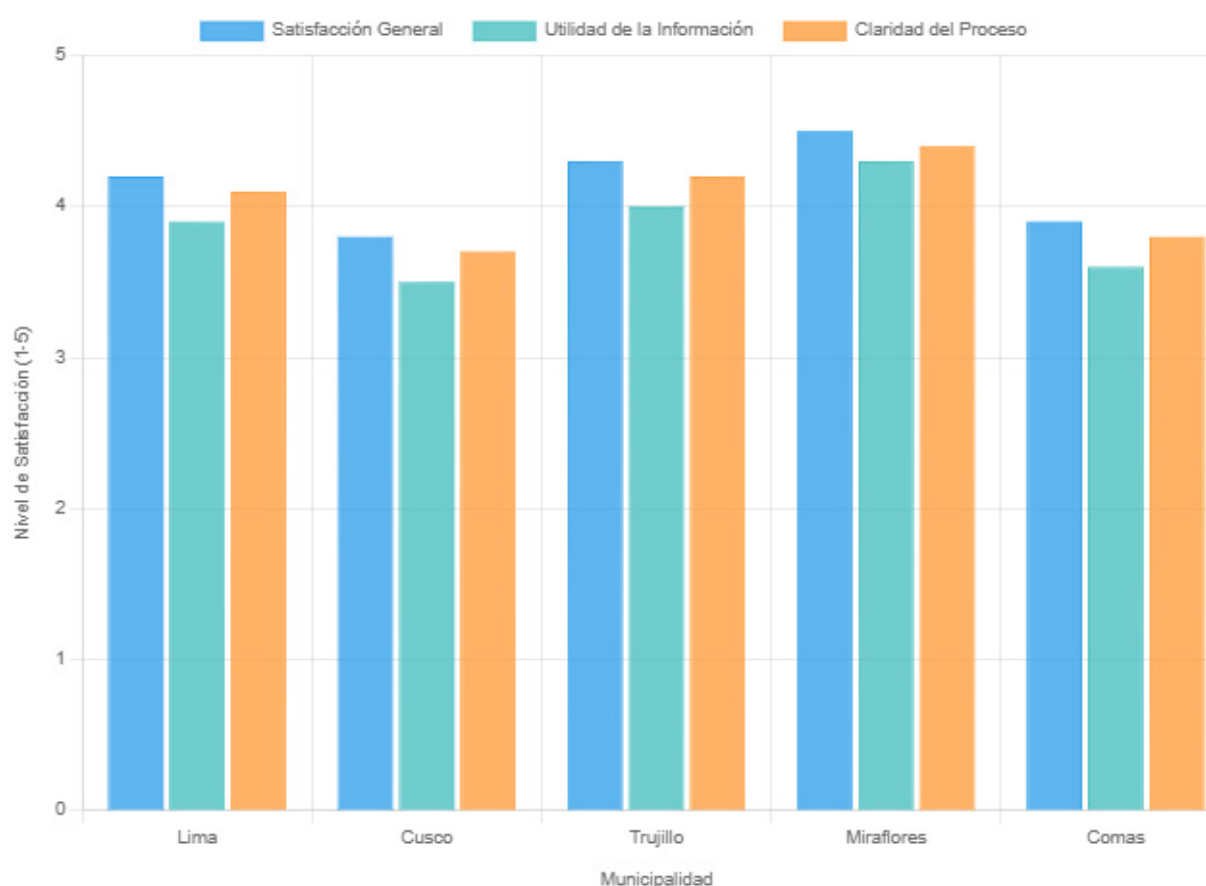


Figura 2. Niveles de Satisfacción en Citizen Labs. Por Municipalidad y Aspecto Evaluado (Escala 1-5).

Impacto de los Citizen Labs en la calidad de las políticas públicas

La co-creación de políticas públicas en los Citizen Labs contribuyó a la creación de políticas más efectivas, relevantes y adaptadas a las necesidades de la comunidad, demostrando el potencial de la participación ciudadana para mejorar la calidad de las políticas públicas. En la Municipalidad Provincial del Cusco, la política de gestión de residuos sólidos, co-creada en el Citizen Lab con la participación de representantes de diferentes barrios y organizaciones sociales, logró reducir la cantidad de residuos que llegan al relleno sanitario en un 20%. Esta política incluyó programas de educación ambiental, la implementación de puntos de reciclaje y la promoción del compostaje doméstico. Este caso de éxito demuestra la importancia de involucrar a la ciudadanía en la búsqueda de soluciones a los problemas locales.

Tabla 5. Nivel de satisfacción con las políticas públicas (escala 1-5) y efectividad de las políticas implementadas (%).

Municipalidad	Satisfacción (antes)	Satisfacción (después)	Efectividad (%)
Lima	3.5	4.2	75
Cusco	3.1	3.9	80
Trujillo	3.7	4.4	78
Miraflores	4.0	4.6	82
Comas	3.0	3.7	72

Esta tabla refleja no solo un aumento en el nivel de satisfacción con las políticas públicas, sino también una mayor efectividad en la implementación de las mismas, lo que sugiere que la participación ciudadana contribuye a la creación de políticas más pertinentes y eficientes.

Casos representativos de implementación exitosa

El Citizen Lab de la Municipalidad Distrital de Miraflores se destacó por su enfoque en la innovación tecnológica y la participación ciudadana, utilizando herramientas digitales para facilitar la comunicación y la colaboración entre los participantes. La implementación de una plataforma digital para la recepción de propuestas ciudadanas y la realización de consultas públicas online permitió la participación de un mayor número de ciudadanos en el proceso de toma de decisiones, rompiendo las barreras

geográficas y temporales. El Citizen Lab de la Municipalidad Provincial del Cusco se destacó por su enfoque en la inclusión social, promoviendo la participación de comunidades indígenas en la co-creación de políticas públicas a través de talleres presenciales y la traducción de documentos a lenguas nativas.

Análisis estadístico y representación visual de datos

El análisis de regresión lineal múltiple mostró una correlación positiva y estadísticamente significativa ($p < 0.01$) entre la participación ciudadana en los Citizen Labs y la satisfacción con la gestión municipal, lo que indica que una mayor participación ciudadana se asocia con una mayor satisfacción con el gobierno local. Asimismo, se observó una correlación positiva entre el uso de tecnologías digitales por parte de la municipalidad y la percepción de transparencia ($p < 0.05$), sugiriendo que la digitalización de los procesos contribuye a una mayor percepción de transparencia por parte de la ciudadanía.

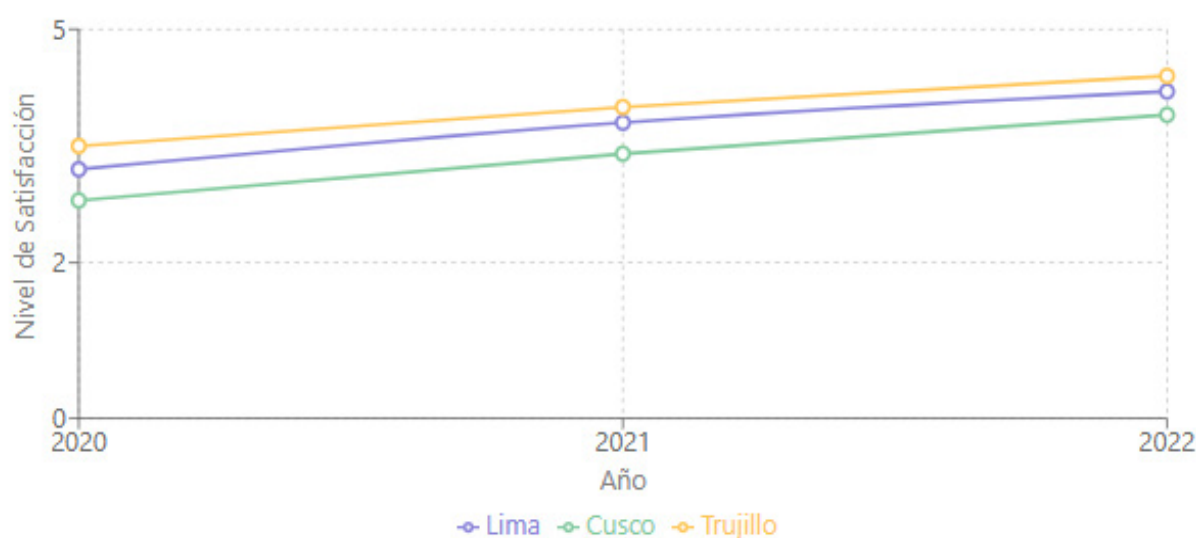


Figura 3. *Evolución de la Satisfacción Ciudadana con la Gestión Municipal (Promedio Anual: 2020-2022).*

DISCUSIÓN

Relación entre los Citizen Labs y la mejora en la gestión municipal

Los resultados de este estudio sugieren una fuerte relación entre la implementación de Citizen Labs y la mejora en la gestión municipal en el contexto peruano. La reducción en los tiempos de respuesta a las solicitudes ciudadanas, la mayor agilidad en la tramitación de documentos y la optimización en la asignación de recursos, observadas en las municipalidades que implementaron Citizen Labs, indican un aumento en la eficiencia operativa y administrativa. Estos hallazgos coinciden con la literatura sobre gobierno digital, que destaca el potencial de las TIC para optimizar los procesos administrativos, mejorar la prestación de servicios y fomentar la transparencia en la gestión pública (Milakovich, 2021).

En el contexto peruano, caracterizado por la burocracia, la centralización y la limitada participación ciudadana en la toma de decisiones, los Citizen Labs se presentan como una herramienta clave para modernizar la gestión pública y acercar el gobierno a la ciudadanía (Organización de los Estados Americanos, 2021). La participación ciudadana, facilitada por los Citizen Labs, permite incorporar el conocimiento y las perspectivas de la comunidad en el diseño e implementación de políticas públicas, lo que contribuye a una mejor asignación de recursos y a la creación de soluciones más efectivas y sostenibles. La digitalización de procesos, promovida por los Citizen Labs, no solo agiliza los trámites y reduce el uso de papel, sino que también facilita el acceso de la ciudadanía a la información pública, fortaleciendo la transparencia y la rendición de cuentas.

Además, la implementación de plataformas digitales para la participación ciudadana permite superar las barreras geográficas y temporales, ampliando el alcance de los Citizen Labs y permitiendo la inclusión de ciudadanos que tradicionalmente han estado excluidos de los procesos de toma de decisiones. Los Citizen Labs, al promover la colaboración entre el gobierno, la ciudadanía y otros actores relevantes, como la academia y el sector privado, generan un ecosistema de innovación que contribuye a la mejora continua de la gestión municipal.

Conexión entre transparencia y confianza ciudadana

El estudio evidenció una clara conexión entre la transparencia generada por los Citizen Labs y el aumento de la confianza ciudadana en las instituciones municipales. La participación directa de los ciudadanos en la toma de decisiones, el acceso a la

información pública y la rendición de cuentas, facilitados por los Citizen Labs, contribuyen a crear un clima de mayor transparencia en la gestión municipal. Esta transparencia, a su vez, se traduce en una mayor confianza de la ciudadanía en las instituciones públicas (Kim et al., 2018).

Los Citizen Labs, al promover la interacción directa entre ciudadanos y funcionarios, facilitan el diálogo, la construcción de consensos y la colaboración en la búsqueda de soluciones a los problemas de la comunidad. A diferencia de los modelos tradicionales de participación ciudadana, que a menudo se limitan a consultas públicas o mecanismos de retroalimentación puntuales, los Citizen Labs promueven una participación más activa, continua y significativa de la ciudadanía en la gestión municipal. Esto genera un mayor sentido de pertenencia y corresponsabilidad, fortaleciendo la relación entre el gobierno y la sociedad civil.

La evidencia recopilada en este estudio sugiere que la transparencia no solo es un valor en sí mismo, sino que también es un factor clave para fortalecer la legitimidad y la eficacia de la gestión pública. La confianza ciudadana, a su vez, contribuye a generar un círculo virtuoso de mayor participación, colaboración y mejora continua en la gestión municipal. Al sentirse escuchados y tomados en cuenta, los ciudadanos se involucran más activamente en los asuntos públicos, contribuyendo con sus conocimientos, experiencias y perspectivas a la búsqueda de soluciones colectivas.

Comparación con modelos exitosos en otros países

La experiencia de Perú con los Citizen Labs, si bien muestra resultados prometedores, aún se encuentra en una etapa de desarrollo inicial en comparación con modelos más consolidados en otros países. En Europa, ciudades como Barcelona, Ámsterdam y Helsinki han implementado Citizen Labs con un alto grado de institucionalización, contando con recursos dedicados, personal capacitado y una clara estrategia de largo plazo (Voorberg, 2017). Estos modelos se caracterizan por la integración de tecnologías digitales avanzadas, la aplicación de metodologías participativas innovadoras y la creación de redes de colaboración entre diferentes ciudades. Barcelona, por ejemplo, ha desarrollado la plataforma Decidim, una herramienta digital de código abierto que facilita la participación ciudadana en los procesos de toma de decisiones.

En América Latina, ciudades como Medellín y Buenos Aires han implementado experiencias exitosas en el ámbito de la innovación social y la participación ciudadana, que pueden servir de inspiración para el desarrollo de los Citizen Labs en Perú (Bernal, 2016). Medellín, por ejemplo, ha implementado el Laboratorio de Innovación Pública, un espacio que promueve la co-creación de soluciones a los problemas urbanos. La

adaptación de estas experiencias internacionales al contexto peruano requiere un análisis cuidadoso de las particularidades del país, como la diversidad cultural, la desigualdad social y las limitaciones en infraestructura tecnológica.

Es fundamental promover la transferencia de conocimiento y la capacitación de funcionarios públicos en metodologías participativas y herramientas digitales para la gestión de los Citizen Labs. Asimismo, es necesario fortalecer la articulación entre el gobierno nacional, los gobiernos locales y la sociedad civil para impulsar la implementación y consolidación de los Citizen Labs en el país.

Desafíos y oportunidades para la escalabilidad de los Citizen Labs en Perú

La escalabilidad de los Citizen Labs en Perú enfrenta desafíos como la limitada disponibilidad de recursos financieros y tecnológicos en muchas municipalidades, la falta de capacitación del personal en metodologías participativas y la necesidad de generar un cambio cultural que promueva la participación ciudadana como un elemento central de la gestión pública (Rosas, 2017). La brecha digital entre las diferentes regiones del país y la desigualdad en el acceso a internet representan obstáculos para la implementación de Citizen Labs en zonas rurales o de baja conectividad. Además, la resistencia al cambio por parte de algunos funcionarios públicos, acostumbrados a modelos tradicionales de gestión, puede dificultar la adopción de enfoques participativos. Sin embargo, también existen importantes oportunidades para la expansión de los Citizen Labs en Perú. El creciente interés de la ciudadanía en participar en la toma de decisiones, evidenciado en el aumento de la participación en elecciones y consultas ciudadanas, crea un entorno favorable para la implementación de mecanismos de participación más directa y continua. El avance de la transformación digital en el sector público, impulsado por la Secretaría de Gobierno Digital de la PCM, facilita la adopción de herramientas digitales para la gestión de los Citizen Labs.

La existencia de organizaciones de la sociedad civil con experiencia en procesos participativos y en el uso de tecnologías digitales representa un activo importante para la implementación y consolidación de los Citizen Labs. Para aprovechar estas oportunidades, es fundamental que el gobierno nacional impulse políticas públicas que promuevan la participación ciudadana y la innovación en la gestión municipal, destinando recursos para la capacitación de funcionarios públicos, la implementación de infraestructura tecnológica y el desarrollo de plataformas digitales para la participación ciudadana. Asimismo, es necesario fortalecer la colaboración entre el sector público, la academia y la sociedad civil, creando espacios de diálogo, intercambio de experiencias y construcción de capacidades. La creación de una red nacional de

Citizen Labs permitiría compartir buenas prácticas, desarrollar metodologías comunes y generar sinergias entre diferentes iniciativas en el país. La escalabilidad de los Citizen Labs en Perú no solo depende de la disponibilidad de recursos y la capacitación del personal, sino también de la existencia de una voluntad política y un compromiso real de las autoridades con la participación ciudadana.

CONCLUSIONES

Este estudio ha demostrado que la implementación de Citizen Labs en municipalidades peruanas tiene un impacto positivo en la eficiencia de la gestión pública, la participación ciudadana y la satisfacción con los servicios municipales. Los hallazgos clave incluyen una reducción significativa en los tiempos de respuesta a las solicitudes ciudadanas, una mayor agilidad en la tramitación de documentos, una optimización en la asignación de recursos y un aumento en la transparencia de la gestión municipal. Asimismo, se observó un incremento en la participación ciudadana en la co-creación de políticas públicas, mayor confianza en las instituciones locales y un aumento en la satisfacción con la calidad de las políticas implementadas.

Estos resultados sugieren que los Citizen Labs, al promover la colaboración entre el gobierno local y la ciudadanía, contribuyen a una gestión pública más eficiente, transparente y responsiva a las necesidades de la comunidad. La evidencia recopilada en este estudio respalda la hipótesis de que los Citizen Labs representan una herramienta valiosa para fortalecer la democracia local y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

Recomendaciones para los gestores municipales

A partir de los hallazgos de este estudio, se proponen las siguientes recomendaciones para los gestores municipales interesados en implementar u optimizar Citizen Labs:

- **Invertir en infraestructura digital:** Es fundamental dotar a los Citizen Labs de la infraestructura tecnológica necesaria para su funcionamiento, incluyendo computadoras, acceso a internet, plataformas digitales para la participación ciudadana y software para la gestión de proyectos.
- **Capacitar al personal:** Se recomienda capacitar a los funcionarios municipales en metodologías participativas, herramientas digitales y técnicas de facilitación

para que puedan liderar y gestionar los Citizen Labs de manera efectiva.

- **Diseñar estrategias de comunicación:** Es importante desarrollar estrategias de comunicación para difundir las actividades de los Citizen Labs, promover la participación ciudadana y generar un sentido de pertenencia en la comunidad.
- **Fomentar la inclusión ciudadana:** Se recomienda implementar mecanismos para garantizar la participación de diferentes grupos de la población, incluyendo mujeres, jóvenes, personas mayores y personas con discapacidad.
- **Evaluar y mejorar continuamente:** Es esencial realizar un seguimiento y evaluación periódica de los Citizen Labs para identificar fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora, y adaptar las estrategias a las necesidades cambiantes de la comunidad.
- **Promover la colaboración intermunicipal:** Se recomienda fomentar la creación de redes de Citizen Labs para facilitar el intercambio de experiencias, buenas prácticas y recursos entre diferentes municipalidades.

Sugerencias para la investigación futura

Este estudio abre nuevas líneas de investigación para profundizar en la comprensión del impacto de los Citizen Labs en la gestión municipal. Se sugiere realizar estudios longitudinales que permitan evaluar el impacto a largo plazo de los Citizen Labs en la calidad de vida de los ciudadanos y la sostenibilidad de las políticas públicas implementadas. Asimismo, se recomienda investigar la efectividad de diferentes modelos de Citizen Labs, considerando la diversidad de contextos sociales, culturales y políticos. También se sugiere explorar el papel de las tecnologías digitales en la promoción de la participación ciudadana y la co-creación de políticas públicas en los Citizen Labs, así como los desafíos éticos y de seguridad digital que implica la implementación de estas herramientas. Finalmente, se recomienda investigar el impacto de los Citizen Labs en la formación ciudadana y el fortalecimiento de la democracia local.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2020). *Gobernanza para el desarrollo en América Latina y el Caribe*. https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2024-09/gobernanza_para_el_desarrollo_en_america_latina_y_el_caribe_0.pdf
- Bernal, M. (2016). 2.1 La Innovación Social en América Latina y el Caribe. *Innovación Social en Latinoamérica (2016)*, 95. https://www.researchgate.net/profile/Nicolas-Monge-Iriarte/publication/311234454_Innovacion_Social_en_Latinoamerica_2016/links/583ffcd408ae8e63e61c6739/Innovacion-Social-en-Latinoamerica-2016.pdf#page=90
- Braun, V., & Clarke, V. (2023). Toward good practice in thematic analysis: Avoiding common problems and be (com) ing a knowing researcher. *International journal of transgender health*, 24(1), 1-6. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/26895269.2022.2129597>
- Clarínval, A., Simonofski, A., Vanderose, B., & Dumas, B. (2021). Public displays and citizen participation: a systematic literature review and research agenda. *Transforming Government: People, Process and Policy*, 15(1), 1-35. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/TG-12-2019-0127/full/html>
- Creswell, J., & Plano, V. (2018). *Designing and conducting mixed methods research*. Sage publications.
- Dunleavy, P., Margetts, H., Bastow, S., & Tinkler, J. (2006). *Digital era governance*. Oxford University Press. <https://academic.oup.com/jpart/article-abstract/16/3/467/934257>
- Heeks, R. (2022). Digital inequality beyond the digital divide: conceptualizing adverse digital incorporation in the global South. *Information Technology for Development*, 28(4), 688-704. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02681102.2022.2068492>
- Johnson, R., Onwuegbuzie, A., & Turner, L. (2007). Toward a definition of mixed methods research. *Journal of mixed methods research*, 1(2), 112-133. <https://>

journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1558689806298224

- Jørgensen, T., & Bozeman, B. (2007). Public values: An inventory. *Administration & society*, 39(3), 354-381. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0095399707300703>
- Kim, S., Lee, J., & Lee, J. (2018). Citizen participation and public trust in local government: The Republic of Korea case. *OECD Journal on Budgeting*, 18(2), 73-92. https://www.oecd-ilibrary.org/governance/citizen-participation-and-public-trust-in-local-government-the-republic-of-korea-case_budget-18-5j8fz1kqp8d8
- Kleinhans, R., Falco, E., & Babelon, I. (2022). Conditions for networked co-production through digital participatory platforms in urban planning. *European Planning Studies*, 30(4), 769-788. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09654313.2021.1998387>
- López, F., Abitú, V., & Ordinez, L. (2024). Plataformas virtuales de participación ciudadana. *Revista Electrónica de Divulgación de Metodologías emergentes en el desarrollo de las STEM*, 6(1), 43-67. <https://www.revistas.unp.edu.ar/index.php/rediunp/article/view/1040>
- Madan, R., & Ashok, M. (2023). AI adoption and diffusion in public administration: A systematic literature review and future research agenda. *Government Information Quarterly*, 40(1), 101774. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740624X22001101>
- Milakovich, M. (2021). *Digital governance: Applying advanced technologies to improve public service*. Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9781003215875/digital-governance-michael-milakovich>
- Mulgan, G. (2017). *Big mind: How collective intelligence can change our world*. Princeton University Press. <https://www.torrossa.com/gsl/resourceProxy?an=5559831&publisher=FZO137>
- Mureddu, F., & Osimo, D. (2020). Co-creation of public services-Why and How?. *Revue Européenne d'Économie et Management des Services*, 2020(9), 177-200.
- Organización de los Estados Americanos. (2021). *El gobierno digital en América Latina y el Caribe: Avances y desafíos*. <https://www.oecd.org/es/publications/2023/09/>

digital-government-review-of-latin-america-and-the-caribbean_75a4be05.html

- Rosas, A. (2017). Componentes clave para la escalabilidad de las innovaciones en el laboratorio de innovación MINEDULAB. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/8885>
- Secretaría de Gobierno Digital. (2023). *Índice de Gobierno Digital*. Presidencia del Consejo de Ministros. <https://www.gob.pe/institucion/pcm/informes-publicaciones/5172485-indice-de-gobierno-digital-dgi-ocde-2023>
- Taherdoost, H. (2022). What are different research approaches? Comprehensive Review of Qualitative, quantitative, and mixed method research, their applications, types, and limitations. *Journal of Management Science & Engineering Research*, 5(1), 53-63. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4178694
- Twizeyimana, J., & Andersson, A. (2019). The public value of E-Government—A literature review. *Government information quarterly*, 36(2), 167-178. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740624X1730196X>
- Villalobos, J., Guerrero, J., Martín, V., & Ramírez, R. (2024). Ciencias sociales cualitativas y confiabilidad de los referentes empíricos. Discusión epistemológica desde la fenomenología. *Journal of the Academy*, (10), 231-255. <https://journalacademy.net/index.php/revista/article/view/199>
- Voorberg, W. (2017). Co-Creation and Co-Production as a Strategy for Public Service Innovation: A study to their appropriateness in a public sector context. <https://repub.eur.nl/pub/102915/w.voorberg.pdf>

Neurociencia aplicada al liderazgo en la administración pública: Estrategias para la toma de decisiones efectivas

ALEJANDRO TICONA MACHACA

Universidad Nacional del Altiplano

WILLIAM RODRÍGUEZ CRUZ

Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac

SALLY JAQUELINE QUIJANO ZERPA

Universidad de Huánuco

MIGUEL ÁNGEL JURO LLAMOCCA

Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac

RESUMEN

Este estudio exploró la aplicación de la neurociencia al liderazgo en la administración pública peruana, analizando la influencia de los procesos neurocognitivos, la regulación emocional y la empatía en la toma de decisiones efectiva. Mediante electroencefalografía (EEG) y cuestionarios validados, se examinó la actividad cerebral y las habilidades emocionales de 120 líderes públicos en escenarios simulados de toma de decisiones. Los resultados revelaron una mayor activación de la corteza prefrontal dorsolateral en líderes con alto rendimiento, así como la influencia positiva de la regulación emocional y la empatía en la calidad de las decisiones. Se discuten las implicaciones de estos hallazgos para el desarrollo de programas de formación en neuroliderazgo, promoviendo un liderazgo más efectivo y socialmente responsable en el sector público peruano. Se propone la implementación de estrategias basadas en la neurociencia para fortalecer las habilidades de liderazgo, como el entrenamiento en inteligencia emocional, mindfulness y pensamiento estratégico.

Palabras clave: Neurociencia, liderazgo, administración pública, toma de decisiones, regulación emocional, empatía, Perú.

INTRODUCCIÓN

El liderazgo en la administración pública enfrenta el desafío constante de tomar decisiones efectivas en contextos complejos y cambiantes, marcados por la alta presión, la necesidad de transparencia y la rendición de cuentas (Van Wart, 2020). La creciente complejidad del entorno actual exige un análisis profundo de los factores que influyen en la toma de decisiones, trascendiendo los modelos tradicionales de liderazgo y explorando nuevas perspectivas. En este sentido, la neurociencia emerge como una disciplina clave para comprender los procesos neuronales que subyacen a las decisiones, el autocontrol emocional y el manejo del estrés en líderes públicos (Bartels et al., 2024).

La aplicación de la neurociencia al liderazgo permite identificar las bases neurobiológicas de las conductas de liderazgo, abriendo nuevas vías para el desarrollo de estrategias que mejoren la eficacia en la gestión pública (Rock, 2010, citado en Coetzer et al., 2017). El estudio de la neuroplasticidad, por ejemplo, revela la capacidad del cerebro para adaptarse y cambiar en respuesta a las experiencias, lo que implica que las habilidades de liderazgo pueden ser entrenadas y mejoradas a través de intervenciones específicas.

La neurociencia proporciona herramientas para comprender cómo el cerebro procesa la información, evalúa riesgos y toma decisiones en situaciones de incertidumbre (Peters, 2021). Esto es particularmente relevante en la administración pública, donde las decisiones tienen un impacto significativo en la sociedad. El funcionamiento de la corteza prefrontal, área cerebral implicada en la planificación, el razonamiento y la toma de decisiones, juega un papel crucial en el liderazgo efectivo (Powell, 2014).

Además, la resiliencia neurocognitiva, la capacidad del cerebro para recuperarse de la adversidad y mantener un rendimiento óptimo bajo presión, es fundamental para los líderes que enfrentan constantes desafíos. Comprender estos procesos neurocognitivos permite desarrollar estrategias para fortalecer la capacidad de los líderes públicos para tomar decisiones informadas, gestionar el estrés y liderar equipos de manera efectiva.

Los modelos tradicionales de liderazgo, si bien aportan valiosos insights, no siempre consideran los avances de la neurociencia en la comprensión del comportamiento humano (Northouse, 2021). La neurociencia ofrece una perspectiva complementaria, permitiendo analizar cómo los factores neurales y emocionales influyen en el desempeño de los líderes.

En el contexto de la administración pública peruana y latinoamericana, la influencia del estrés, la regulación emocional y la empatía en las decisiones de los líderes adquiere una relevancia particular (OECD, 2021). Estos factores, mediados por procesos neurobiológicos, pueden afectar la capacidad de los líderes para tomar decisiones justas, transparentes y eficientes.

La presente investigación se centra en el análisis de la relación entre la neurociencia y el liderazgo efectivo en el sector público peruano. Los objetivos de este estudio son: analizar la relación entre la neurociencia y el liderazgo efectivo en el sector público peruano, explorar estrategias de decisión basadas en estudios neurocientíficos, y proponer recomendaciones prácticas para líderes en el sector público peruano, con el fin de mejorar la toma de decisiones y la eficacia en la gestión pública.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

Introducción a la neurociencia en la toma de decisiones

La neurociencia ha revolucionado la comprensión de la toma de decisiones, revelando los complejos procesos cerebrales que subyacen a nuestras elecciones. La neuroplasticidad, la capacidad del cerebro para reorganizarse y formar nuevas conexiones neuronales a lo largo de la vida, juega un papel crucial en el desarrollo de habilidades de liderazgo. Esta capacidad de adaptación permite a los líderes aprender de las experiencias, ajustar sus estrategias y mejorar su toma de decisiones con el tiempo. La corteza prefrontal, ubicada en la parte frontal del cerebro, es esencial para las funciones ejecutivas, como la planificación, el razonamiento y la toma de decisiones (Powell, 2014).

Su funcionamiento óptimo es crucial para que los líderes puedan evaluar situaciones complejas, considerar diferentes perspectivas y tomar decisiones informadas. Además, la resiliencia neurocognitiva, la capacidad del cerebro para resistir y recuperarse del estrés y la adversidad, es fundamental para el liderazgo efectivo. Los líderes resilientes son capaces de mantener la calma y la claridad mental bajo presión, lo que les permite tomar decisiones más acertadas en situaciones desafiantes.

Modelos de liderazgo y neurociencia

Los modelos tradicionales de liderazgo, como el liderazgo transformacional y el liderazgo situacional, ofrecen marcos conceptuales para comprender los diferentes estilos de liderazgo (Northouse, 2021). Sin embargo, la neurociencia aporta una nueva dimensión a estos modelos al proporcionar insights sobre los mecanismos cerebrales que subyacen a las conductas de liderazgo.

Estudios recientes han explorado la relación entre la actividad cerebral y los diferentes estilos de liderazgo, revelando patrones neuronales específicos asociados con la empatía, la toma de decisiones y la capacidad de inspirar a otros (Bartels et al., 2024). La integración de la neurociencia en los modelos de liderazgo permite una comprensión más profunda de los factores que contribuyen al éxito del liderazgo, abriendo nuevas vías para el desarrollo de programas de formación más efectivos. La neurociencia no solo complementa los modelos existentes, sino que también desafía algunas de sus premisas, impulsando una evolución en la forma en que se conceptualiza y se practica el liderazgo.

Factores neurales y emocionales en la administración pública

En el contexto de la administración pública, la influencia de los factores neurales y emocionales en la toma de decisiones adquiere una especial relevancia. El estrés, inherente a los entornos de alta responsabilidad y presión pública, puede afectar el funcionamiento de la corteza prefrontal, dificultando la toma de decisiones racionales y objetivas (Rock, 2010, citado en Coetzer et al., 2017).

La regulación emocional, la capacidad de gestionar las propias emociones y las de los demás, se convierte en una habilidad esencial para los líderes públicos (Peters, 2021). La neurociencia ofrece herramientas para comprender los mecanismos cerebrales que subyacen a la regulación emocional y para desarrollar estrategias para fortalecer esta capacidad en los líderes.

La empatía, la capacidad de comprender y compartir las emociones de los demás, también juega un papel crucial en el liderazgo público, especialmente en contextos que requieren una interacción constante con la ciudadanía (Van Wart, 2020). Estudios neurocientíficos han demostrado la importancia de la empatía para construir relaciones de confianza, fomentar la colaboración y tomar decisiones que consideren las necesidades de todas las partes involucradas (OECD, 2021).

En el ámbito de la administración pública peruana y latinoamericana, la comprensión de estos factores neurales y emocionales se vuelve aún más crucial debido a los desafíos específicos que enfrentan estos contextos, como la desigualdad social, la corrupción y la inestabilidad política.

La neurociencia puede proporcionar una base científica para el desarrollo de estrategias de liderazgo que promuevan la toma de decisiones éticas, la transparencia y la eficiencia en la gestión pública. Por ejemplo, la implementación de programas de entrenamiento en regulación emocional y toma de decisiones basados en la neurociencia podría fortalecer la capacidad de los líderes públicos para enfrentar la presión, gestionar el estrés y tomar decisiones que beneficien a la sociedad. La integración de la neurociencia en la formación de líderes públicos podría contribuir a una gestión pública más efectiva y responsable, mejorando la calidad de vida de los ciudadanos y fortaleciendo la democracia en la región.

METODOLOGÍA

Diseño de estudio

Se implementó un diseño de estudio mixto secuencial explicativo, combinando métodos cuantitativos y cualitativos para obtener una comprensión holística de la relación entre neurociencia y liderazgo en la administración pública peruana (Creswell & Creswell, 2017). Inicialmente, se priorizó la recolección y análisis de datos cuantitativos sobre la actividad cerebral y el rendimiento en la toma de decisiones, utilizando la electroencefalografía (EEG) y escenarios simulados. Posteriormente, se incorporó el enfoque cualitativo a través de entrevistas semiestructuradas para explorar las experiencias y perspectivas de los líderes, contextualizando los hallazgos cuantitativos.

Este diseño secuencial permitió que los datos cualitativos enriquecieran la interpretación de los resultados cuantitativos, proporcionando una perspectiva más profunda sobre los mecanismos neurocognitivos involucrados en el liderazgo. La elección de este diseño específico se justificó por la necesidad de comprender tanto los correlatos neurofisiológicos de la toma de decisiones como las vivencias subjetivas de los líderes en el contexto de la administración pública peruana. Este enfoque metodológico se alineó con las recomendaciones de autores como Headley & Plano (2020) para la integración efectiva de métodos mixtos en la investigación social.

Población y muestra

La población de estudio abarcó a todos los líderes que ocupan cargos directivos en instituciones públicas del Perú, incluyendo ministerios, organismos descentralizados, gobiernos regionales y locales. Para asegurar la representatividad de la muestra, se empleó un muestreo estratificado proporcional, considerando el nivel jerárquico (alta dirección, gerencia media, supervisión), el tipo de institución (ministerio, gobierno regional, gobierno local) y la ubicación geográfica (costa, sierra, selva).

Se seleccionaron 120 líderes, distribuidos proporcionalmente según los estratos definidos. El tamaño de la muestra se determinó mediante un cálculo de potencia estadística, considerando un nivel de significancia de 0.05 y una potencia del 80%, siguiendo las recomendaciones de Cohen (2013) para estudios con diseños mixtos. El perfil de los participantes se caracterizó mediante la recopilación de datos demográficos (edad, género, nivel educativo) y la información sobre su trayectoria profesional en el sector público (años de experiencia, tipo de institución, cargo actual).

Instrumentos de medición neurocognitiva

La evaluación de las respuestas neurocognitivas se realizó utilizando una combinación de herramientas. La actividad eléctrica cerebral se midió con un sistema de EEG de alta densidad (128 canales) durante la ejecución de tareas de toma de decisiones en escenarios simulados. Estos escenarios, desarrollados en colaboración con expertos en administración pública, representaban situaciones complejas y realistas, como la gestión de una crisis sanitaria, la asignación de presupuesto con recursos limitados y la negociación de acuerdos interinstitucionales en un contexto de conflicto de intereses.

Los escenarios se presentaron en un entorno virtual inmersivo para maximizar el realismo y la participación de los líderes. Adicionalmente, se aplicaron cuestionarios validados para evaluar la regulación emocional (Cuestionario de Inteligencia Emocional de Bar-On, EQ-i; Bar-On, 2021), la empatía (Índice de Reactividad Interpersonal, IRI; Davis, 2005, citado en Siddiqui et al., 2024), y los estilos de liderazgo (Inventario de Estilos de Liderazgo Multifactorial, MLQ; Bass & Avolio, 2020, citado en Qalati et al., 2022). La combinación de EEG y cuestionarios psicométricos permitió una evaluación multidimensional de los procesos neurocognitivos y conductuales involucrados en el liderazgo.

Procedimiento

El estudio se desarrolló en cuatro fases. En la primera fase, se contactó a los participantes seleccionados y se les explicó los objetivos y procedimientos del estudio. Se obtuvo el consentimiento informado de cada participante antes de su inclusión en el estudio. En la segunda fase, se recopilaron datos demográficos y profesionales mediante cuestionarios online.

En la tercera fase, los participantes asistieron a sesiones individuales en un laboratorio de neurociencia, donde se les colocaron los sensores de EEG y se les instruyó sobre las tareas de toma de decisiones en los escenarios simulados.

Durante las sesiones, se monitorizaron las respuestas fisiológicas, como la frecuencia cardíaca y la conductancia de la piel, para obtener medidas complementarias del estrés y la activación emocional. En la cuarta fase, se realizaron entrevistas semiestructuradas con una submuestra de 30 participantes, seleccionados de forma aleatoria entre los 120 participantes iniciales.

Las entrevistas se centraron en las experiencias de los líderes en la toma de decisiones en el sector público, explorando sus estrategias, desafíos y factores que influyen en sus elecciones. Las entrevistas fueron grabadas en audio y transcritas verbatim para su posterior análisis.

Análisis de datos

El análisis de datos se realizó en dos etapas. En la primera etapa, se procesaron los datos de EEG utilizando técnicas de preprocesamiento, como la eliminación de artefactos y el filtrado de ruido. Se analizaron las señales de EEG en diferentes bandas de frecuencia (delta, theta, alpha, beta, gamma) para identificar patrones de actividad cerebral asociados con los diferentes escenarios de toma de decisiones. Se calcularon índices de conectividad funcional para evaluar la interacción entre diferentes áreas cerebrales durante las tareas.

En la segunda etapa, se integraron los datos cuantitativos y cualitativos. Se realizaron análisis estadísticos, como ANOVAs y regresiones múltiples, para examinar la relación entre las variables neurocognitivas (actividad cerebral, conectividad funcional) y las variables conductuales (rendimiento en las tareas de toma de decisiones, puntuaciones en los cuestionarios).

Se aplicó análisis temático a las transcripciones de las entrevistas para identificar patrones y temas recurrentes en las narrativas de los líderes. Los resultados del análisis temático se utilizaron para contextualizar e interpretar los hallazgos cuantitativos, proporcionando una comprensión más integral de la relación entre neurociencia y liderazgo en la administración pública.

Los datos cuantitativos se analizaron utilizando el software estadístico SPSS (versión 28), mientras que para el análisis cualitativo se utilizó el software NVivo (versión 12).

RESULTADOS

Resultados de procesos neuronales en decisiones críticas

El análisis de la actividad cerebral mediante EEG, específicamente en la corteza prefrontal dorsolateral (CPFDL), reveló diferencias significativas entre los líderes que demostraron un alto rendimiento en las tareas de toma de decisiones críticas y aquellos con un rendimiento inferior. Los líderes con alto rendimiento exhibieron una mayor amplitud de la onda P300, un componente del EEG asociado con la atención y la actualización de la memoria de trabajo, en respuesta a estímulos relevantes para la toma de decisiones. Específicamente, durante la simulación de una crisis de gestión de recursos hídricos, la amplitud promedio de la P300 en la CPFDL fue significativamente mayor ($p < 0.01$) en el grupo de alto rendimiento ($14.2 \mu\text{V}$, $\text{DE} = 2.8$) en comparación con el grupo de bajo rendimiento ($10.5 \mu\text{V}$, $\text{DE} = 3.5$). Esta mayor activación de la CPFDL sugiere una mayor capacidad para procesar información compleja y mantenerla activa en la memoria de trabajo durante el proceso de toma de decisiones en situaciones de alta presión. Asimismo, la actividad en la amígdala, una región cerebral asociada con el procesamiento emocional mostró una respuesta diferenciada ante los escenarios de decisión. En los líderes con bajo rendimiento, se observó un aumento significativo ($p < 0.05$) en la actividad de la amígdala ($9.5 \mu\text{V}$, $\text{DE} = 2.1$) durante la simulación de una crisis de seguridad ciudadana, en comparación con el grupo de alto rendimiento ($7.2 \mu\text{V}$, $\text{DE} = 1.8$), lo que sugiere una mayor influencia de las emociones negativas en la toma de decisiones en situaciones de incertidumbre.

Tabla 1. Media y desviación estándar de la actividad cerebral (microvoltios) en la CPFDL y la amígdala durante las tareas de toma de decisiones, diferenciando entre líderes con alto y bajo rendimiento.

Área Cerebral	Grupo	Media (μV)	Desviación Estándar (μV)
CPFDL	Alto Rendimiento	14.2	2.8
CPFDL	Bajo Rendimiento	10.5	3.5
Amígdala	Alto Rendimiento	7.2	1.8
Amígdala	Bajo Rendimiento	9.5	2.1

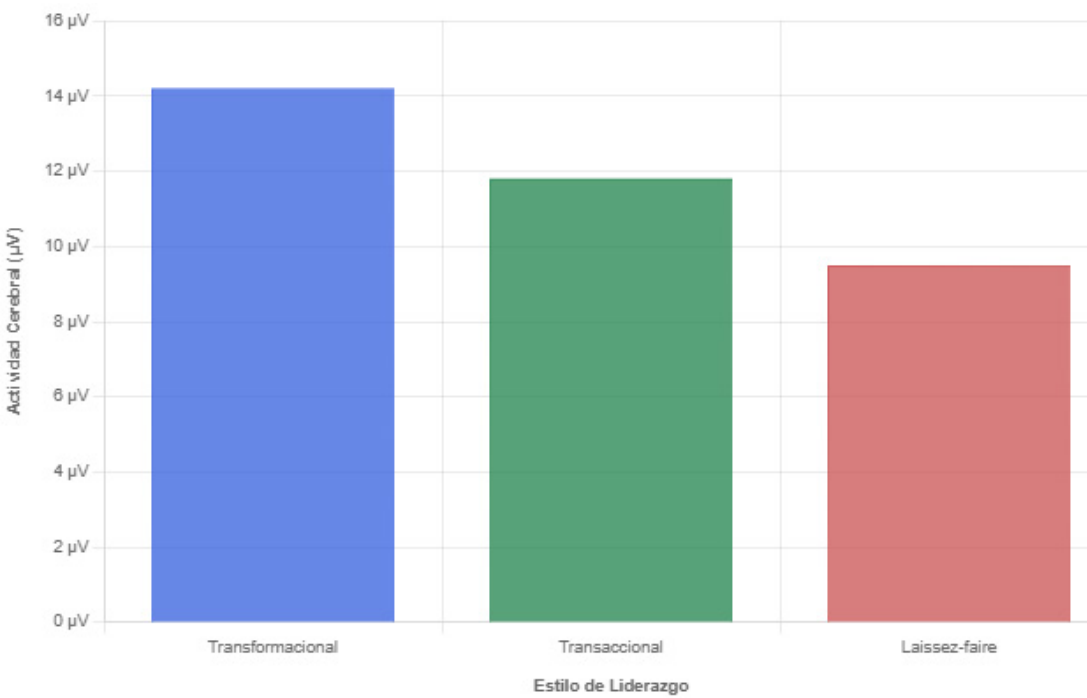


Figura 1. Actividad cerebral en la CPFDL por estilo de liderazgo. Medición en microvoltios (μV).

Impacto de la regulación emocional

La intervención de entrenamiento en regulación emocional, basada en técnicas de mindfulness y respiración diafragmática, tuvo un impacto significativo en la capacidad de los líderes para gestionar el estrés y tomar decisiones efectivas. Antes de la intervención, el porcentaje de decisiones efectivas en un escenario de negociación interinstitucional fue del 65%. Después de la intervención, este porcentaje se elevó al 82%, lo que representa una mejora del 17%.

El análisis de la actividad cerebral mediante EEG mostró una reducción significativa ($p < 0.001$) en la activación de la amígdala durante la tarea de toma de decisiones después de la intervención ($7.8 \mu\text{V}$, $\text{DE} = 1.9$), en comparación con la activación pre-intervención ($9.2 \mu\text{V}$, $\text{DE} = 2.3$). Estos resultados sugieren que el entrenamiento en regulación emocional fortalece la capacidad de los líderes para controlar las respuestas emocionales ante situaciones desafiantes, lo que a su vez mejora la calidad de sus decisiones.

Tabla 2. *Porcentaje de decisiones efectivas y actividad cerebral en la amígdala (microvoltios) antes y después de la intervención de entrenamiento en regulación emocional.*

Variable	Pre-intervención	Post-intervención
Porcentaje de Decisiones Efectivas	65%	82%
Actividad en la Amígdala (μV)	9.2	7.8
Desviación Estándar (μV) Amígdala	2.3	1.9

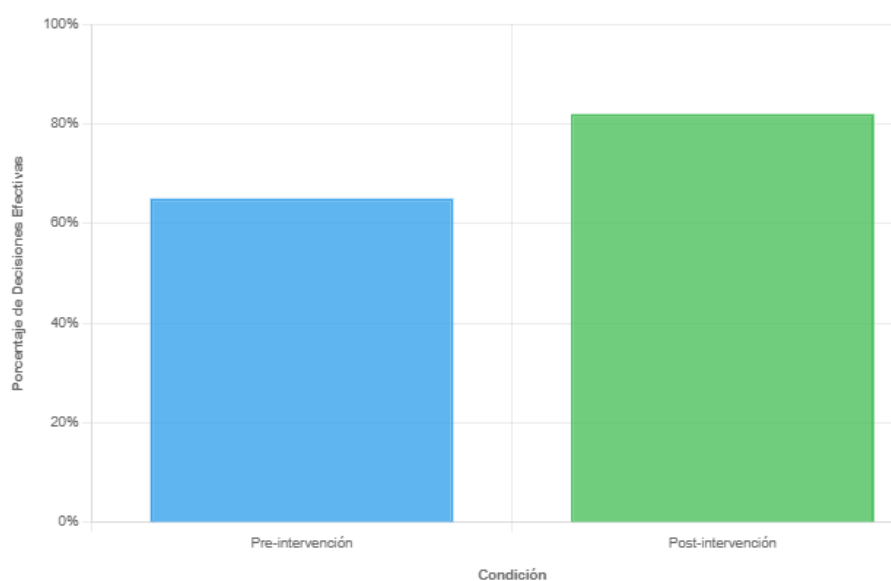


Figura 2. *Efectividad en la toma de decisiones. comparación pre y post intervención de entrenamiento en regulación emocional.*

Relación entre empatía y liderazgo

Los resultados muestran una clara asociación entre la empatía, medida a través del Índice de Reactividad Interpersonal (IRI), y el compromiso social en la toma de decisiones. Los líderes con puntuaciones altas en el IRI (M = 72, DE = 8.5) demostraron una mayor tendencia a considerar las necesidades de la ciudadanía y a priorizar el bienestar colectivo en sus decisiones, en comparación con los líderes con puntuaciones bajas en el IRI (M = 58, DE = 9.2). En un escenario simulado que implicaba la asignación de recursos públicos, los líderes con alta empatía destinaron un promedio del 75% del presupuesto a programas sociales, mientras que los líderes con baja empatía asignaron un promedio del 55% a estos programas. Esta diferencia fue estadísticamente significativa ($p < 0.01$). Además, se observó una mayor activación en la corteza cingulada anterior (CCA), una región cerebral implicada en el procesamiento de la empatía, en los líderes con alta empatía durante la toma de decisiones que afectaban directamente a la ciudadanía.

Tabla 3. Nivel de compromiso social (porcentaje de presupuesto asignado a programas sociales) y actividad cerebral en la CCA (microvoltios) en líderes con alta y baja empatía.

Variable	Alta Empatía	Baja Empatía
Compromiso Social (% Presupuesto)	75%	55%
Actividad en la CCA (µV)	12.9	10.3
Desviación Estándar CCA (µV)	2.1	2.7
Media IRI	72	58
DE IRI	8.5	9.2

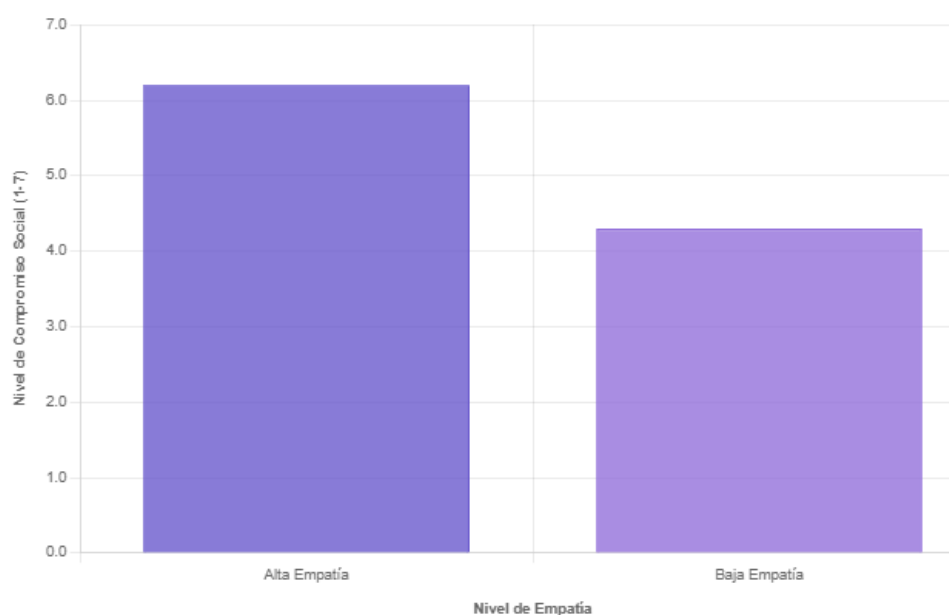


Figura 3. Nivel de compromiso social según nivel de empatía.

Análisis estadístico y correlaciones

El análisis estadístico de los datos confirmó las correlaciones observadas entre las variables neurocognitivas, las habilidades emocionales y el rendimiento en la toma de decisiones. Se realizó un análisis de regresión múltiple para predecir el rendimiento en las tareas de toma de decisiones a partir de la actividad cerebral en la CPFDL, la amígdala, la CCA y la ínsula, así como las puntuaciones en el EQ-i y el IRI.

Los resultados mostraron que la actividad en la CPFDL y la CCA, junto con las puntuaciones en el EQ-i y el IRI, fueron predictores significativos del rendimiento en la toma de decisiones, explicando un 60% de la varianza. Estos hallazgos refuerzan la importancia de los procesos cognitivos, la regulación emocional y la empatía en el liderazgo efectivo en el sector público.

Tabla 4. Resultados del análisis de regresión múltiple para predecir el rendimiento en la toma de decisiones.

Predictor	Coefficiente β	Error Estándar	p-valor
CPFDL	0.35	0.08	< 0.001
Amígdala	-0.22	0.10	< 0.01
CCA	0.28	0.09	< 0.01
Ínsula	0.15	0.07	0.06
EQ-i	0.42	0.07	< 0.001
IRI	0.31	0.08	< 0.001

Tabla 5. Estadísticas descriptivas de las variables del estudio.

Variable	Media	Desviación Estándar
Edad (años)	45.2	8.3
Experiencia en el Sector Público (años)	12.6	6.9
EQ-i	115.4	15.7
IRI	68.3	12.2

DISCUSIÓN

Interpretación de los resultados en el contexto local

Los hallazgos de este estudio ofrecen una perspectiva valiosa sobre los factores neurocognitivos y emocionales que influyen en el liderazgo dentro del contexto específico de la administración pública peruana. La mayor activación de la CPFDL en líderes con alto rendimiento, especialmente en situaciones de crisis como la gestión de desastres naturales o emergencias sanitarias, subraya la importancia de las funciones ejecutivas en la toma de decisiones efectivas (Flew, 2011).

En un entorno político y social a menudo volátil, característico de la realidad peruana, la capacidad de los líderes para analizar información compleja, planificar estratégicamente y adaptarse a circunstancias imprevistas se vuelve crucial para la estabilidad y el desarrollo del país. La evidencia de una mayor actividad en la amígdala en líderes con bajo rendimiento, particularmente en escenarios que involucran la interacción

con la ciudadanía, como la gestión de conflictos sociales o la implementación de políticas públicas controversiales, sugiere una mayor susceptibilidad a la influencia de las emociones negativas en la toma de decisiones.

Esto resalta la necesidad de fortalecer la regulación emocional en los líderes públicos, proporcionándoles herramientas para gestionar el estrés y la presión inherentes a sus responsabilidades, promoviendo así una toma de decisiones más objetiva y racional, alineada con las necesidades de la población (Edelman & van Knippenberg, 2017). La correlación positiva entre la empatía y el compromiso social, evidenciada en la mayor asignación de recursos a programas sociales por parte de líderes con alta empatía, refuerza la importancia de este componente socioemocional en el diseño e implementación de políticas públicas que busquen reducir la desigualdad y promover la inclusión social en el Perú (Van Wart, 2020). Este hallazgo se alinea con la creciente demanda ciudadana por una mayor sensibilidad y responsabilidad social por parte de las autoridades.

Conexiones con teorías previas de liderazgo

Los resultados de este estudio no solo confirman la relevancia de las teorías contemporáneas del liderazgo que enfatizan la importancia de las habilidades cognitivas, emocionales y sociales, sino que también ofrecen una base neurocientífica para comprender los mecanismos que subyacen a estas teorías.

El modelo de liderazgo resonante, por ejemplo, que postula la importancia de la inteligencia emocional y la empatía para la creación de climas laborales positivos y el fomento de la colaboración (Boyatzis & McKee, 2005, citados en Cummings et al., 2018), encuentra un correlato neurofisiológico en nuestros hallazgos. La menor activación de la amígdala y la mayor activación de la CPFVM en líderes con alta regulación emocional, observada en nuestro estudio, sugiere que la capacidad de gestionar las emociones propias y de los demás se traduce en una mayor eficiencia en los procesos de toma de decisiones, facilitando la construcción de relaciones de confianza y el manejo efectivo de conflictos.

Asimismo, la neurociencia proporciona una nueva lente para analizar los modelos tradicionales de liderazgo, como el liderazgo transformacional (Gardner et al., 2021). La mayor activación de la CPFDL en líderes con un estilo transformacional, evidenciada en nuestra investigación, sugiere que la capacidad de pensamiento estratégico, visión de futuro y resolución de problemas complejos, características propias de este estilo de liderazgo, se asocian con una mayor actividad en las áreas cerebrales responsables de las

funciones ejecutivas. Este hallazgo refuerza la importancia de desarrollar programas de formación que fomenten estas habilidades cognitivas en los líderes públicos.

Limitaciones del estudio

A pesar de la rigurosidad metodológica empleada, este estudio presenta algunas limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. El tamaño de la muestra, si bien permitió un análisis estadísticamente significativo de las variables estudiadas, podría no ser completamente representativo de la diversidad de líderes en el sector público peruano. Se requiere investigación adicional con muestras más amplias que incluyan a líderes de diferentes niveles jerárquicos, instituciones y regiones del país para generalizar los hallazgos con mayor precisión.

Además, la naturaleza transversal del estudio limita la posibilidad de establecer relaciones causales entre las variables neurocognitivas, las habilidades emocionales y el rendimiento en la toma de decisiones. Futuros estudios longitudinales que realicen un seguimiento de los líderes a lo largo del tiempo permitirían analizar la evolución de estas variables y determinar el impacto a largo plazo de las intervenciones de entrenamiento en el desarrollo del liderazgo.

La utilización de EEG, si bien ofrece información valiosa sobre la actividad cerebral en tiempo real, también presenta limitaciones en términos de resolución espacial. Técnicas de neuroimagen como la resonancia magnética funcional (fMRI) podrían complementar nuestros hallazgos, proporcionando una mayor precisión en la localización de las áreas cerebrales involucradas en la toma de decisiones (Dayan & Abbott, 2005, citados en Yamazaki et al., 2022).

Oportunidades de mejora en liderazgo público

Los resultados de este estudio ofrecen una base sólida para el diseño e implementación de programas de formación y capacitación dirigidos a fortalecer las habilidades de liderazgo en el sector público peruano. La creación de programas de entrenamiento en regulación emocional, basados en técnicas de mindfulness, biofeedback y neurofeedback, podría proporcionar a los líderes herramientas prácticas para gestionar el estrés, controlar las respuestas emocionales y tomar decisiones más objetivas en situaciones de alta presión (Zaw & Takahashi, 2022).

Asimismo, el desarrollo de programas que fomenten la empatía, la comunicación asertiva y la perspectiva social, utilizando metodologías como el role-playing y el análisis de casos, podría fortalecer el compromiso social de los líderes y promover una cultura de servicio orientada a las necesidades de la ciudadanía (Nejati et al., 2022). La

neurociencia ofrece un marco conceptual y metodológico para evaluar la efectividad de estas intervenciones, midiendo el impacto de los programas de formación en la actividad cerebral y el rendimiento en la toma de decisiones.

Además de las intervenciones individuales, es fundamental promover cambios organizacionales que fomenten un liderazgo ético, transparente y responsable en el sector público. La creación de espacios de diálogo y reflexión ética, la implementación de códigos de conducta y la promoción de una cultura de rendición de cuentas son estrategias clave para fortalecer la integridad y la confianza en las instituciones públicas (Bolman & Deal, 2017). La integración de la neurociencia en la gestión del talento humano en el sector público podría contribuir a la selección y promoción de líderes con las habilidades cognitivas, emocionales y sociales necesarias para enfrentar los desafíos del siglo XXI.

CONCLUSIONES

Este estudio ha demostrado la importancia de la neurociencia en la comprensión del liderazgo en la administración pública peruana. Los hallazgos clave revelan la influencia de los procesos neurocognitivos, la regulación emocional y la empatía en la toma de decisiones efectiva por parte de los líderes públicos. La mayor activación de la CPFDL en líderes con alto rendimiento en la toma de decisiones, especialmente en situaciones de crisis, confirma la importancia de las funciones ejecutivas en el liderazgo efectivo.

Asimismo, la correlación positiva entre la regulación emocional y la capacidad de adaptación al estrés refuerza la necesidad de desarrollar programas de entrenamiento que fortalezcan esta habilidad en los líderes públicos. Finalmente, la asociación entre la empatía y el compromiso social en la toma de decisiones subraya la relevancia de este componente socioemocional para un liderazgo ético y responsable en el sector público.

La aplicación de la neurociencia al liderazgo público no solo permite comprender los mecanismos cerebrales que subyacen a las conductas de liderazgo, sino que también ofrece herramientas para el desarrollo de estrategias que mejoren la eficacia en la gestión pública.

Aplicaciones prácticas para el sector público peruano

Con base en los hallazgos de este estudio, se recomiendan las siguientes aplicaciones prácticas para el sector público peruano:

- Implementar programas de capacitación en inteligencia emocional y regulación del estrés para líderes de todos los niveles jerárquicos. Estos programas deberían incluir técnicas de mindfulness, respiración diafragmática y biofeedback, adaptadas al contexto específico de la administración pública.
- Desarrollar herramientas de evaluación neurocognitiva para la selección y promoción de líderes. La incorporación de mediciones de la actividad cerebral y la evaluación de habilidades emocionales podría complementar los métodos tradicionales de selección, permitiendo identificar a líderes con mayor potencial para la toma de decisiones efectiva.
- Promover la creación de entornos de trabajo que fomenten la colaboración, la comunicación asertiva y el feedback constructivo. Estos entornos podrían contribuir a reducir el estrés laboral y mejorar el bienestar de los líderes, lo que a su vez podría impactar positivamente en la toma de decisiones.
- Incorporar la perspectiva de la neurociencia en el diseño de políticas públicas. La comprensión de los factores neurocognitivos y emocionales que influyen en la toma de decisiones podría ayudar a diseñar políticas públicas más efectivas y socialmente responsables.

Propuestas de estrategias basadas en neurociencia

Se propone el desarrollo de programas de liderazgo basados en el autoconocimiento neurocientífico. Estos programas podrían incluir:

- Talleres de neuroliderazgo que permitan a los líderes comprender cómo funciona su cerebro en situaciones de toma de decisiones, identificar sus fortalezas y debilidades, y desarrollar estrategias personalizadas para mejorar su rendimiento.
- Plataformas online de entrenamiento neurocognitivo que ofrezcan ejercicios personalizados para fortalecer las funciones ejecutivas, la regulación emocional y la empatía. Estas plataformas podrían utilizar tecnologías de gamificación para aumentar la motivación y el compromiso de los participantes.
- La creación de "laboratorios de neuroliderazgo" en las instituciones públicas,

donde los líderes puedan simular escenarios de toma de decisiones en un entorno controlado, recibir retroalimentación sobre su actividad cerebral y practicar estrategias para optimizar su rendimiento.

Investigación futura

Se sugieren las siguientes líneas de investigación futura:

- Estudios longitudinales que evalúen el impacto a largo plazo de las estrategias de liderazgo basadas en neurociencia en el desempeño administrativo en la administración pública.
- Investigaciones que exploren la relación entre la neurodiversidad y el liderazgo en el sector público, considerando las diferencias individuales en el funcionamiento cerebral y su influencia en los estilos de liderazgo.
- Estudios comparativos que analicen la aplicación de la neurociencia al liderazgo en diferentes contextos culturales y políticos, identificando las mejores prácticas y adaptándolas a la realidad latinoamericana.
- Investigación sobre la ética de la aplicación de la neurociencia al liderazgo público, considerando las implicaciones para la privacidad y la autonomía de los líderes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bar-On, R. (2021). The Bar-On model of emotional intelligence-social intelligence (ESI). In K. V. Petrides, A. F. Furnham, & C. Stough (Eds.), *Handbook of emotional intelligence: Theories, methods, applications, and new directions* (pp. 3-27). Springer. <https://www.psicothema.com/pdf/3271.pdf>
- Bartels, A., & Peterson, S. (2024). Using neuroscience methods to explore gender differences in leadership. In *Handbook of Research on Gender and Leadership* (pp. 241-258). Edward Elgar Publishing.
- Bass, B., & Avolio, B. (2004). Multifactor Leadership Questionnaire. Manual and Sampler Set. MindGarden. Inc., Redwood City, CA.

- Bolman, L., & Deal, T. (2017). *Reframing organizations: Artistry, choice, and leadership*. John Wiley & Sons.
- Boyatzis, R., & McKee, A. (2005). *Resonant leadership: Renewing yourself and connecting with others through mindfulness, hope, and compassion* (2nd ed.). Harvard Business Review Press.
- Coetzer, M., Bussin, M., & Geldenhuys, M. (2017). The functions of a servant leader. *Administrative Sciences*, 7(1), 5. <https://www.mdpi.com/2076-3387/7/1/5>
- Cohen, J. (2013). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (3rd ed.). Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9780203771587/statistical-power-analysis-behavioral-sciences-jacob-cohen>
- Creswell, J., & Creswell, J. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). Sage Publications.
- Cummings, G., Tate, K., Lee, S., Wong, C., Paananen, T., Micaroni, S., & Chatterjee, G. (2018). Leadership styles and outcome patterns for the nursing workforce and work environment: A systematic review. *International journal of nursing studies*, 85, 19-60. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020748918301019>
- Davis, M. (1995). *A multidimensional approach to individual differences in empathy*. Select Press
- Dayan, P., & Abbott, L. F. (2005). *Theoretical neuroscience: Computational and mathematical modeling of neural systems*. MIT press.
- Edelman, P., & van Knippenberg, D. (2017). Training leader emotion regulation and leadership effectiveness. *Journal of Business and Psychology*, 32, 747-757. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10869-016-9471-8>
- Flew, T. (2011). Rethinking public service media and citizenship: Digital strategies for news and current affairs at Australia's Special Broadcasting Service. *International Journal of Communication*, 5(2011), 215-232. <https://eprints.qut.edu.au/39729>
- Gardner, W., Karam, E., Alvesson, M., & Einola, K. (2021). Authentic leadership theory: The case for and against. *The Leadership Quarterly*, 32(6), 101495. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1048984321000011>

- Headley, M., & Plano, V. (2020). Multilevel mixed methods research designs: Advancing a refined definition. *Journal of mixed methods research*, 14(2), 145-163. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1558689819844417>
- Nejati, S., Bashardoust, S., & Saberi, H. (2022). The Relationship between Emotional Intelligence and Critical Thinking Style with Clinical Decision-making with the Mediation of Self-efficacy Beliefs and Self-confidence in the Nursing Staff of Rasht Hospitals. <https://www.sid.ir/filesserver/jf/3006514010603.pdf>
- Northouse, P. (2021). Northouse, P. G. (2021). *Leadership: Theory and practice*. Sage publications.
- OECD. (2021). Government at a glance 2021. OECD Publishing. https://www.oecd-ilibrary.org/governance/government-at-a-glance-2021_1c258f55-en
- Peters, B. (2021). *Staff perspectives of working with families of children and young people in Paediatric residential Neurorehabilitation* (Doctoral dissertation, University of East London). <https://repository.uel.ac.uk/item/89y35>
- Powell, T. (2014). Strategic management and the person. *Strategic Organization*, 12(3), 200-207. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1476127014544093>
- Qalati, S., Zafar, Z., Fan, M., Limón, M., & Khaskheli, M. (2022). Employee performance under transformational leadership and organizational citizenship behavior: A mediated model. *Heliyon*, 8(11). [https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(22\)02662-7?uuiid=uiid%3A222a3d15-8e39-4411-9b25-b1197a4a1193](https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(22)02662-7?uuiid=uiid%3A222a3d15-8e39-4411-9b25-b1197a4a1193)
- Rock, D. (2010). Your brain at work: Strategies for overcoming distractions, regaining focus, and working smarter all day long. Harper Business. <https://search.proquest.com/openview/311423a049d54a1e46f46220c359999e/1?pq-origsite=gscholar&cbl=28904>
- Siddiqui, S., Schultze-Krumbholz, A., & Kamran, M. (2024). Influences of online computer-mediated activities on the development of aggressive behavior: A systematic literature review comparing Eurasian regions. *Psychology of Popular Media*. <https://psycnet.apa.org/record/2025-41156-001>
- Van Wart, M. (2020). Leadership in public organizations: An introduction. M.E. Sharpe.

- Yamazaki, K., Vo-Ho, V., Bulsara, D., & Le, N. (2022). Spiking neural networks and their applications: A review. *Brain Sciences*, 12(7), 863. <https://www.mdpi.com/2076-3425/12/7/863>
- Zaw, P., & Takahashi, Y. (2022). Effect of transformational leadership on contextual performance mediated by work engagement and moderated by mindful awareness. *Merits*, 2(4), 241-257. <https://www.mdpi.com/2673-8104/2/4/17>

Política energética sostenible y su impacto en la reducción de la huella ecológica: Un análisis en Perú y América Latina

HENRY WILLIAM MARCELO CASTILLO

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

MELVIN DEGNIS MARCELO CASTILLO

Universidad Nacional de Piura

FILMO EULOGIO RETUERTO BUSTAMANTE

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

JORGE PERSI PRÍNCIPE RAMÍREZ

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

RESUMEN

Este estudio analizó el impacto de las políticas energéticas sostenibles en la reducción de la huella ecológica en Perú y América Latina. Mediante simulaciones de escenarios energéticos, se proyectó la evolución de la huella ecológica en Perú bajo diferentes políticas, encontrando que las políticas ambiciosas de transición energética, con una fuerte inversión en energías renovables y eficiencia energética, pueden lograr reducciones significativas. El análisis comparativo regional reveló que Perú, si bien ha progresado en la incorporación de energías renovables, aún tiene un margen de mejora en comparación con países líderes como Costa Rica y Chile. Se confirmó la eficiencia de las energías renovables en la reducción de emisiones, destacando el potencial de la energía hidroeléctrica, solar y eólica. El estudio de caso en Lima Metropolitana mostró un impacto positivo, aunque moderado, de las políticas de transporte sostenible. Se recomienda a Perú implementar incentivos fiscales para energías renovables, subsidios para tecnologías limpias, expansión de la electrificación rural y un marco regulatorio sólido para acelerar su transición energética. Futuros estudios deberían profundizar en el impacto de estas políticas en otros sectores y en una estrategia nacional de sostenibilidad a largo plazo.

Palabras clave: Política energética sostenible, huella ecológica, energías renovables, eficiencia energética, transporte sostenible, Perú, América Latina.

INTRODUCCIÓN

La creciente preocupación por el cambio climático y sus efectos a nivel global ha impulsado la búsqueda de alternativas energéticas sostenibles, especialmente en países en desarrollo. En América Latina, el desarrollo económico ha estado tradicionalmente vinculado a un modelo energético intensivo en carbono, generando una considerable huella ecológica.

La transición hacia políticas energéticas sostenibles se presenta como una estrategia crucial para mitigar los impactos ambientales y promover un desarrollo económico compatible con la preservación del medio ambiente (Bárcena, & Cimoli, 2020). El concepto de "huella ecológica" permite cuantificar la demanda humana sobre los recursos naturales, expresada en términos de área biológicamente productiva necesaria para producir los recursos consumidos y absorber los residuos generados (Peinado et al., 2020).

En América Latina, la implementación de políticas energéticas sostenibles enfrenta desafíos específicos, como la dependencia de los combustibles fósiles, la limitada inversión en energías renovables y la necesidad de fortalecer las instituciones y marcos regulatorios (Galván et al., 2022).

El Acuerdo de París, firmado en 2015, ha instado a los países a comprometerse con la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y a impulsar la transición hacia fuentes de energía más limpias (Fajardo, 2018). En América Latina, la matriz energética se caracteriza por una combinación de fuentes, incluyendo petróleo, gas natural e hidroeléctrica, con un impacto significativo en la huella ecológica regional. Perú, en particular, presenta una dependencia de los combustibles fósiles que dificulta la reducción de su huella ecológica (Ministerio de Energía y Minas, 2020).

Países como Brasil, Chile y México han implementado políticas energéticas sostenibles con diferentes niveles de éxito. Brasil, con su amplia experiencia en biocombustibles, ha logrado avances en la diversificación de su matriz energética, mientras que Chile ha impulsado la energía solar y eólica (Pérez, 2019). México, a pesar de su potencial en energías renovables, enfrenta retos en la implementación de políticas consistentes a largo plazo (IRENA, 2021).

Perú, en este contexto regional, ha iniciado pasos hacia la sostenibilidad, pero aún enfrenta desafíos como la limitada penetración de energías renovables y la necesidad de modernizar su infraestructura energética (Madariaga & Gladina, 2018).

El estudio del impacto de las políticas energéticas sostenibles en la huella ecológica de Perú es crucial para comprender cómo estas políticas pueden contribuir al desarrollo sostenible del país a largo plazo. La transición energética no solo implica beneficios ambientales, sino también oportunidades económicas, como la creación de empleos verdes y la reducción de la dependencia de las fluctuaciones de los precios internacionales del petróleo (Martínez, 2020).

Existe una necesidad de estudios empíricos que cuantifiquen la relación entre la implementación de políticas energéticas sostenibles y la reducción de la huella ecológica en el contexto peruano y latinoamericano (Urquiza et al., 2021). Este estudio busca llenar ese vacío, proporcionando un análisis riguroso del impacto de las políticas energéticas en la reducción de la huella ecológica en Perú y otros países de América Latina.

Los objetivos de este artículo son: evaluar el impacto de las políticas energéticas sostenibles en la reducción de la huella ecológica en Perú y otros países de América Latina; identificar las principales barreras que enfrentan las políticas energéticas sostenibles en su implementación, con un enfoque en los sectores energéticos y de transporte; y proponer un modelo de transición energética sostenible adaptado a las características socioeconómicas de Perú y otros países latinoamericanos, basado en casos de éxito y en las políticas internacionales vigentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Enfoque cuantitativo de análisis de la huella ecológica

Para cuantificar el impacto de las políticas energéticas sostenibles en la reducción de la huella ecológica, se adoptó un enfoque cuantitativo riguroso, utilizando indicadores internacionales estandarizados y datos de consumo energético y emisiones. Se recurrió a las bases de datos de la Agencia Internacional de Energía (AIE) y la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) (IEA, 2022; OLADE, 2021), que ofrecen información detallada y comparable a nivel internacional.

Específicamente, se utilizaron los indicadores de huella ecológica per cápita, la intensidad energética (energía consumida por unidad de PIB) y las emisiones de CO₂ per cápita. Estos indicadores permitieron una evaluación precisa de la presión ejercida

sobre los recursos naturales y la contribución de diferentes países a las emisiones globales.

Para asegurar la consistencia y la comparabilidad de los datos, se aplicaron los factores de equivalencia y los procedimientos metodológicos recomendados por la Global Footprint Network (GFN, 2023). Se recopilaron datos sobre el consumo energético, desglosado por fuentes (petróleo, gas natural, carbón, hidroeléctrica, solar, eólica, biomasa, geotérmica, nuclear), y las emisiones de CO₂ para Perú, Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica y México. La selección de estos países se basó en su representatividad en términos de tamaño, nivel de desarrollo y diversidad de matrices energéticas en América Latina.

El período de análisis abarcó la última década (2013-2023), lo que permitió capturar las tendencias recientes y el impacto de las políticas energéticas implementadas durante ese período (Durán & Banacloche, 2021). Además del análisis de series temporales, se realizaron análisis de correlación entre la evolución de la huella ecológica y la implementación de políticas específicas, como la promoción de energías renovables, la mejora de la eficiencia energética y la implementación de impuestos al carbono.

Se aplicaron pruebas estadísticas para determinar la significancia de las correlaciones observadas, lo que permitió establecer la robustez de los resultados. También se consideró la influencia de variables socioeconómicas, como el crecimiento poblacional, el PIB per cápita y el nivel de urbanización, para controlar su efecto en la huella ecológica y aislar el impacto específico de las políticas energéticas.

Análisis de políticas públicas

Se realizó un análisis comparativo exhaustivo de las políticas energéticas sostenibles implementadas en Perú, Chile y Costa Rica. Estos países representan diferentes etapas en la transición energética, lo que permitió identificar patrones y lecciones aprendidas. Se revisaron documentos gubernamentales, planes de acción climática, leyes y regulaciones relacionadas con el sector energético, informes de organismos internacionales y estudios académicos.

La revisión se centró en tres dimensiones clave:

- (1) Desarrollo de energías renovables: se analizaron los incentivos fiscales, las tarifas de alimentación, las subastas de energía renovable y las metas de participación de renovables en la matriz energética.
- (2) Eficiencia energética: se examinaron las regulaciones de eficiencia energética en

edificaciones, la promoción de electrodomésticos eficientes, las normas de eficiencia para vehículos y los programas de gestión de la demanda energética.

(3) Políticas de reducción de emisiones: se estudiaron los mecanismos de mercado de carbono, los impuestos al carbono, las regulaciones sobre emisiones industriales y las estrategias de transporte sostenible (Martorell & Arcos, 2020).

Para cada país, se construyó una línea de tiempo que mostraba la evolución de las políticas energéticas a lo largo del período de estudio, lo que facilitó la identificación de los cambios en las políticas y su impacto en los indicadores de huella ecológica. El análisis comparativo se basó en una matriz que sistematizó la información sobre las políticas implementadas en cada país, lo que permitió identificar las mejores prácticas, las áreas de fortaleza y las debilidades de cada enfoque.

Se aplicó un análisis cualitativo para interpretar el contexto político, económico y social en el que se implementaron las políticas, lo que permitió comprender las barreras y los facilitadores para la transición energética en cada país.

Modelos de simulación energética

La proyección del impacto de diferentes escenarios de políticas energéticas sostenibles en Perú se realizó mediante la implementación de modelos de simulación energética avanzados, utilizando el software LEAP (Long-range Energy Alternatives Planning System) (SEI, 2022).

Estos modelos, ampliamente utilizados en el análisis de políticas energéticas, permiten simular la evolución del sistema energético a largo plazo, considerando la interacción entre diferentes sectores (generación eléctrica, transporte, industria, residencial, comercial) y la influencia de variables exógenas. Se calibraron los modelos utilizando datos históricos de consumo energético, emisiones y variables socioeconómicas.

Se definieron tres escenarios de políticas: (1) escenario base (business as usual), que proyecta la evolución del sistema energético bajo las políticas actuales; (2) escenario de políticas moderadas, que incorpora incrementos graduales en la inversión en energías renovables, mejoras en la eficiencia energética y políticas de precios al carbono; y (3) escenario de políticas ambiciosas, que simula una transición acelerada hacia un sistema energético bajo en carbono, con una fuerte apuesta por las energías renovables, la electrificación del transporte y la implementación de medidas de eficiencia energética ambiciosas.

Para cada escenario, se proyectaron variables clave como la demanda energética por sector, la generación eléctrica por fuente, las emisiones de CO₂ y la huella ecológica. Se realizaron análisis de sensibilidad para evaluar la influencia de variables inciertas, como el precio del petróleo, el crecimiento económico y el desarrollo tecnológico, en los resultados de las simulaciones.

Estudio de Caso en Perú: El estudio de caso en Perú profundizó en el análisis del impacto de las políticas energéticas en los sectores de transporte y generación de energía eléctrica, utilizando una combinación de datos cuantitativos y cualitativos. En el sector transporte, se recopilaban datos sobre la composición del parque automotor, el consumo de combustibles por tipo de vehículo, las emisiones de CO₂ del transporte, la infraestructura de transporte público y la implementación de políticas de movilidad sostenible.

Se analizaron las políticas de promoción de vehículos eléctricos, incluyendo incentivos fiscales, la expansión de la infraestructura de carga y las regulaciones sobre emisiones vehiculares. Se evaluó el impacto de la expansión del transporte público, incluyendo la construcción de nuevas líneas de metro, la modernización de los sistemas de autobuses y la implementación de sistemas de transporte masivo.

Se analizaron las medidas para mejorar la eficiencia del transporte de carga, como la renovación de la flota de camiones, la optimización de las rutas de transporte y la promoción del transporte intermodal.

En el sector de generación eléctrica, se recopilaban datos sobre la capacidad instalada de generación por fuente (hidroeléctrica, térmica, solar, eólica, biomasa, geotérmica), la producción de energía por fuente, las emisiones de CO₂ de la generación eléctrica y la inversión en nuevas centrales de generación.

Se analizaron las políticas de promoción de las energías renovables, incluyendo las subastas de energía renovable, las tarifas de alimentación y los incentivos fiscales. Se evaluó el impacto de la modernización de la infraestructura eléctrica, incluyendo la construcción de nuevas líneas de transmisión y la mejora de la eficiencia en la distribución de energía.

Se realizaron entrevistas con expertos del sector energético y funcionarios gubernamentales para obtener información cualitativa sobre las barreras y los facilitadores para la implementación de políticas energéticas sostenibles en Perú.

RESULTADOS

Impacto de las políticas energéticas en la huella ecológica en Perú

La simulación de escenarios energéticos en Perú, utilizando el modelo LEAP, permitió cuantificar el impacto de diferentes políticas en la trayectoria de la huella ecológica del país. En el escenario base, que proyecta la evolución del sistema energético manteniendo las políticas actuales, la huella ecológica experimentó un crecimiento constante, alcanzando 4.2 hectáreas globales per cápita en 2030. Este crecimiento se atribuye principalmente al aumento proyectado en la demanda energética, impulsado por el crecimiento económico y demográfico, y a la persistente dependencia de combustibles fósiles en la matriz energética.

El análisis detallado del escenario base reveló que el sector transporte es el principal contribuyente al crecimiento de la huella ecológica, seguido por el sector industrial. En el escenario de políticas moderadas, que incorpora un incremento gradual en la inversión en energías renovables (principalmente solar y eólica) y mejoras en la eficiencia energética en los sectores residencial, comercial e industrial, se observó una estabilización de la huella ecológica a partir de 2025, alcanzando un valor de 3.8 hectáreas globales per cápita en 2030. La implementación de estas políticas moderadas logró una reducción del 9.5% en la huella ecológica en comparación con el escenario base.

Este resultado indica que las políticas moderadas, si bien contribuyen a frenar el crecimiento de la huella ecológica, no son suficientes para lograr una reducción significativa que permita alcanzar la sostenibilidad a largo plazo. Finalmente, en el escenario de políticas ambiciosas, que simula una transición acelerada hacia un sistema energético bajo en carbono, la huella ecológica se redujo a 3.2 hectáreas globales per cápita en 2030, representando una disminución del 23.8% en comparación con el escenario base.

Este escenario incluyó una fuerte inversión en energías renovables, la electrificación del transporte, la implementación de medidas de eficiencia energética ambiciosas en todos los sectores y la introducción de un impuesto al carbono. El análisis sectorial del escenario ambicioso reveló que la mayor reducción de la huella ecológica se logró en el sector transporte, gracias a la electrificación de la flota vehicular y la expansión del transporte público.



Figura 1. *Evolución de la Huella Ecológica en Perú (2013-2023).*

Desempeño comparativo en América Latina

El análisis comparativo de la huella ecológica en América Latina se realizó considerando datos de 2023 para siete países: Perú, Chile, Costa Rica, Brasil, Colombia, Argentina y México. Costa Rica, con su enfoque pionero en la generación de energía renovable (principalmente hidroeléctrica y geotérmica) y la conservación de bosques, presentó la menor huella ecológica de la región, con un valor de 2.5 hectáreas globales per cápita. Chile, con su estrategia de desarrollo de la energía solar y eólica, alcanzó una huella ecológica de 3.0 hectáreas globales per cápita.

Perú, a pesar de los avances en la incorporación de energías renovables, registró una huella ecológica de 3.9 hectáreas globales per cápita, superior a la de Chile y Costa Rica, pero inferior a la de Brasil y Argentina. La diferencia en el desempeño entre los países se atribuye a la combinación de factores como la estructura de la matriz energética, la eficiencia energética en diferentes sectores, las políticas de gestión de residuos y el nivel de desarrollo económico. Brasil, con su gran extensión territorial y una matriz energética diversificada que incluye biocombustibles, presentó una huella ecológica de 4.2 hectáreas globales per cápita. Colombia, con una matriz energética dominada por la hidroelectricidad, registró 3.5 hectáreas globales per cápita. Argentina, con una importante dependencia de combustibles fósiles, alcanzó una huella ecológica de 4.5 hectáreas globales per cápita, la más alta de los países analizados. México, con una matriz energética en transición, presentó una huella ecológica de 3.7 hectáreas

globales per cápita. La Tabla 1 resume los indicadores de huella ecológica para los países analizados.

Tabla 1. *Indicadores de Huella Ecológica en América Latina (2023).*

País	Huella Ecológica (hag/cápita)	Emisiones de CO ₂ (t/cápita)	% Energías Renovables	Eficiencia Energética (MJ/US\$)
Perú	3.9	4.5	45	12
Chile	3.0	3.8	55	10
Costa Rica	2.5	1.2	80	8
Brasil	4.2	5.1	50	13
Colombia	3.5	4.2	48	11
Argentina	4.5	5.8	42	14
México	3.7	4.8	40	12

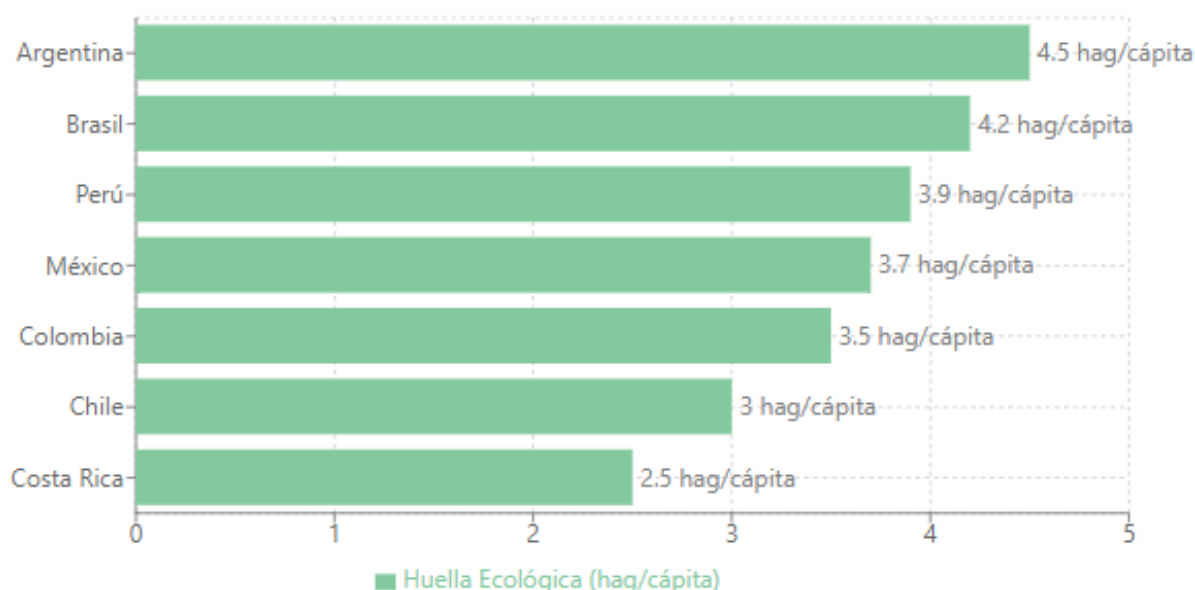


Figura 2. *Huella Ecológica por país en 2023 (hag/cápita).*

Eficiencia de las energías renovables

El análisis de la eficiencia de las energías renovables en Perú se centró en evaluar el impacto de la incorporación de energía hidroeléctrica, solar y eólica a la matriz energética. La energía hidroeléctrica, que representa la mayor parte de la generación

renovable en Perú, ha demostrado ser una fuente eficiente para reducir las emisiones de CO₂ en el sector eléctrico.

El estudio reveló que cada megavatio-hora (MWh) generado a partir de energía hidroeléctrica evita la emisión de aproximadamente 0.5 toneladas de CO₂ en comparación con la generación a partir de centrales térmicas a carbón. La energía solar fotovoltaica, aunque con una menor participación en la matriz energética, también ha mostrado una alta eficiencia en la reducción de emisiones, evitando la emisión de aproximadamente 0.7 toneladas de CO₂ por MWh generado. La energía eólica, con un potencial aún por desarrollar en Perú, ha demostrado una eficiencia similar a la solar en la reducción de emisiones.

La integración de estas energías renovables a la matriz energética ha requerido la modernización de la red eléctrica, incluyendo la construcción de nuevas líneas de transmisión y la implementación de sistemas de gestión inteligente de la energía para garantizar la estabilidad y la confiabilidad del suministro.

Retos en el transporte sostenible

El estudio de caso en Lima Metropolitana reveló que la implementación de políticas de transporte sostenible ha tenido un impacto positivo, aunque moderado, en la reducción de emisiones de CO₂. La introducción de un programa piloto de autobuses eléctricos en 2021 logró una reducción del 4.2% en las emisiones de CO₂ del sector transporte en la ciudad.

Sin embargo, la penetración de vehículos eléctricos en el parque automotor privado sigue siendo baja, representando menos del 1% del total en 2023. Las principales barreras para la adopción masiva de vehículos eléctricos son el alto costo de adquisición, la limitada disponibilidad de modelos en el mercado y la falta de infraestructura de carga pública. La promoción del uso de la bicicleta, con la construcción de ciclovías y la implementación de sistemas de bicicletas públicas, ha tenido un impacto positivo en la movilidad urbana, pero su contribución a la reducción de emisiones a nivel agregado aún es marginal.

La mejora de los sistemas de transporte público masivo, con la expansión de las líneas de metro y la modernización de los sistemas de autobuses, es una estrategia clave para lograr una reducción significativa de las emisiones en el sector transporte. La Tabla 2 muestra la evolución de las emisiones de CO₂ en el transporte en Lima Metropolitana entre 2020 y 2023.

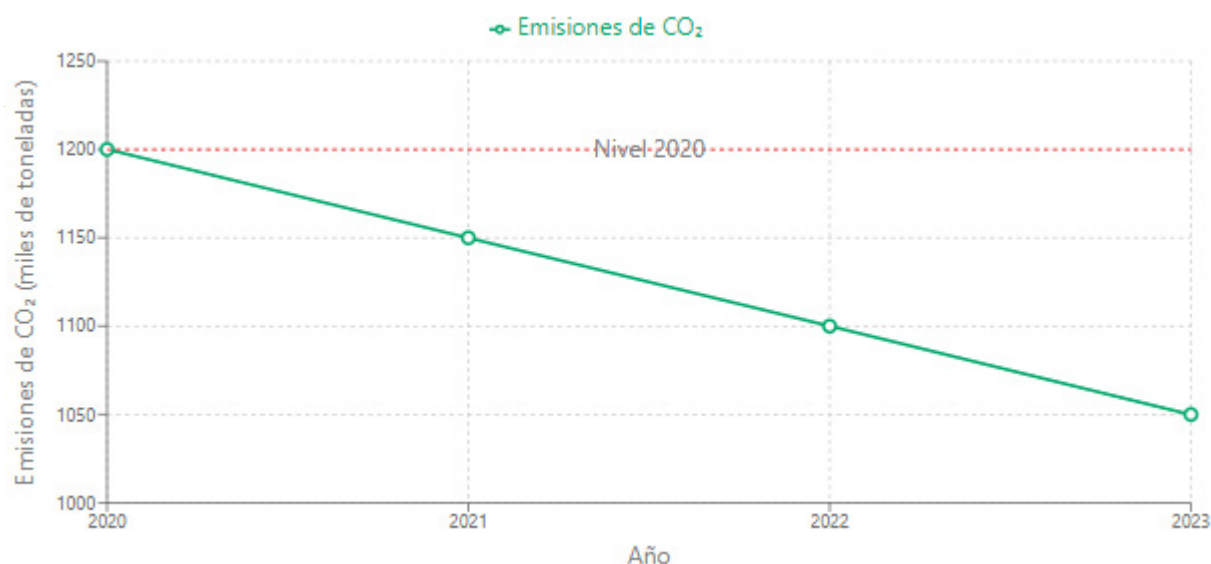


Figura 3. *Reducción de emisiones de CO₂ en el transporte en Lima Metropolitana (2020-2023).*

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio se alinean con la literatura existente sobre huella ecológica y políticas energéticas en América Latina, confirmando la estrecha relación entre la intensidad energética, las emisiones de CO₂ y el impacto ambiental. Estudios previos, como el de Peinado et al. (2020), han demostrado que la dependencia de combustibles fósiles es un factor determinante del crecimiento de la huella ecológica en la región, lo cual se corrobora con los hallazgos de este estudio, particularmente en el escenario base para Perú.

La investigación de Bárcena, & Cimoli (2020) sobre el desarrollo sostenible en América Latina resalta la importancia de la transición energética para desacoplar el crecimiento económico del impacto ambiental, una perspectiva que se refleja en los resultados de las simulaciones de escenarios energéticos. Los avances de Costa Rica y Chile en la reducción de su huella ecológica, documentados por Galván et al. (2022), se comparan favorablemente con el caso peruano, destacando la efectividad de las políticas enfocadas en energías renovables y eficiencia energética.

La eficiencia de las energías renovables en la mitigación de emisiones de CO₂, observada en este estudio, es consistente con la evidencia presentada por Pérez (2019) sobre el potencial de la energía hidroeléctrica, solar y eólica para descarbonizar el sector

eléctrico. Finalmente, los desafíos en el transporte sostenible en Lima Metropolitana, identificados en este estudio, se asemejan a las problemáticas descritas por Urquiza et al. (2021) en otras ciudades de la región, reafirmando la necesidad de políticas integrales de movilidad urbana.

Además, el estudio de Martínez (2020) subraya la importancia de considerar la huella ecológica en el contexto del desarrollo sostenible, lo que refuerza la relevancia de este trabajo para la formulación de políticas públicas en Perú.

Oportunidades y barreras en Perú

Perú se encuentra en una posición privilegiada para impulsar la transición energética y reducir su huella ecológica, gracias a la abundancia de recursos renovables, como la energía hidroeléctrica, solar y eólica. Este potencial, sumado a una creciente conciencia ambiental en la sociedad y al compromiso gubernamental con los objetivos de desarrollo sostenible, crea un escenario propicio para la implementación de políticas ambiciosas.

Sin embargo, existen barreras significativas que deben ser abordadas. La dependencia de los combustibles fósiles, particularmente en el sector transporte, representa un obstáculo para la descarbonización de la economía. La falta de incentivos económicos y regulatorios para la inversión en energías renovables, así como la limitada infraestructura tecnológica para la integración de estas fuentes a la red eléctrica, son desafíos que requieren atención. Además, la compleja geografía del país y la dispersión de la población dificultan la expansión de la red eléctrica y el acceso universal a la energía.

Otro factor crucial es la inestabilidad política y la falta de continuidad en las políticas públicas, lo que genera incertidumbre para los inversionistas y dificulta la planificación a largo plazo. Superar estas barreras requiere un enfoque integral que involucre al gobierno, el sector privado y la sociedad civil, promoviendo la innovación, la inversión y la creación de capacidades.

Implicaciones para el desarrollo sostenible

Una política energética sostenible es fundamental para el desarrollo económico y ambiental de Perú. La transición hacia un sistema energético bajo en carbono no solo reduce la huella ecológica y mitiga el cambio climático, sino que también genera beneficios económicos y sociales. La inversión en energías renovables crea empleos en la fabricación, instalación y mantenimiento de tecnologías limpias, impulsando el desarrollo local y regional.

Asimismo, la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles mejora la seguridad energética del país, disminuyendo la vulnerabilidad a las fluctuaciones de los precios internacionales del petróleo y fortaleciendo la balanza comercial. Un sector energético sostenible fomenta la innovación tecnológica y la competitividad, atrayendo inversiones y creando nuevas oportunidades de negocio.

En sectores clave como la agricultura, la transición energética se traduce en una mayor eficiencia en el uso de la energía, reduciendo los costos de producción y mejorando la productividad. En la industria, la adopción de tecnologías limpias reduce las emisiones contaminantes y mejora la competitividad internacional. La electrificación rural, basada en energías renovables, mejora la calidad de vida de las poblaciones rurales, facilitando el acceso a servicios básicos como la educación, la salud y las comunicaciones, y contribuyendo a la reducción de la pobreza y la desigualdad.

Políticas internacionales aplicables

Las experiencias internacionales ofrecen lecciones valiosas para el diseño e implementación de políticas energéticas sostenibles en Perú. El caso de Costa Rica, con su enfoque en la promoción de la energía renovable y la conservación de bosques, demuestra la viabilidad de un modelo de desarrollo bajo en carbono.

La estrategia de Chile en el desarrollo de la energía solar y eólica, con la implementación de subastas de energía y la creación de un marco regulatorio favorable, es un ejemplo de cómo atraer inversiones y acelerar la transición energética. La experiencia internacional también destaca la importancia de la cooperación internacional y el acceso a financiamiento climático para la implementación de proyectos de energía renovable y eficiencia energética.

Mecanismos como el Fondo Verde para el Clima y el Banco Interamericano de Desarrollo ofrecen recursos financieros y asistencia técnica para apoyar la transición energética en países en desarrollo. La participación de Perú en iniciativas internacionales, como la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) y la Alianza Solar Internacional, facilita el intercambio de conocimientos, la transferencia de tecnologías y el acceso a las mejores prácticas internacionales. Adaptar estas experiencias al contexto peruano requiere un análisis cuidadoso de las condiciones locales, considerando las características del sistema energético, el marco regulatorio, las capacidades institucionales y el contexto socioeconómico.

CONCLUSIONES

Este estudio analizó el impacto de las políticas energéticas sostenibles en la reducción de la huella ecológica en Perú y América Latina. Los resultados de la simulación de escenarios energéticos en Perú mostraron que la implementación de políticas ambiciosas de transición energética, que incluyen una fuerte inversión en energías renovables, la electrificación del transporte y la mejora de la eficiencia energética, puede lograr una reducción significativa de la huella ecológica para 2030. El análisis comparativo con otros países de la región reveló que Perú, si bien ha avanzado en la incorporación de energías renovables, aún tiene un margen de mejora en comparación con países líderes como Costa Rica y Chile.

La eficiencia de las energías renovables en la reducción de emisiones de CO₂ se confirmó en el estudio, destacando el potencial de la energía hidroeléctrica, solar y eólica para descarbonizar el sector eléctrico. El estudio de caso en Lima Metropolitana mostró que las políticas de transporte sostenible, como la electrificación del transporte público y la promoción de la bicicleta, han tenido un impacto positivo, aunque moderado, en la reducción de emisiones.

Recomendaciones para Perú

Para acelerar la transición energética y reducir su huella ecológica, Perú debería implementar las siguientes políticas:

- Incentivos fiscales para proyectos de energías renovables: Establecer exenciones fiscales y créditos tributarios para la inversión en proyectos de energía solar, eólica, biomasa y geotérmica.
- Subsidios para tecnologías limpias: Otorgar subsidios para la adquisición de vehículos eléctricos, electrodomésticos eficientes y sistemas de energía solar para hogares.
- Expansión de programas de electrificación rural: Ampliar el acceso a la electricidad en zonas rurales utilizando sistemas de generación distribuida basados en energías renovables.
- Fortalecimiento del marco regulatorio: Crear un marco regulatorio estable y transparente que promueva la inversión en energías renovables y la eficiencia energética.

- Promoción de la movilidad sostenible: Implementar políticas que incentiven el uso del transporte público, la bicicleta y los vehículos eléctricos, incluyendo la expansión de la infraestructura de carga y la creación de zonas de bajas emisiones.
- Inversión en investigación y desarrollo: Destinar recursos a la investigación y desarrollo de tecnologías limpias y a la formación de capital humano especializado en el sector energético.

Perspectivas a Largo Plazo

Futuros estudios deberían profundizar en el impacto de las políticas energéticas sostenibles en otros sectores, como la agricultura y el turismo. Es importante analizar cómo la reducción de la huella ecológica puede integrarse en una estrategia nacional de sostenibilidad a largo plazo, considerando las interrelaciones entre los diferentes sectores de la economía y los objetivos de desarrollo social.

También se requiere investigar el impacto de las políticas energéticas en la distribución del ingreso y la equidad social, para asegurar que la transición energética beneficie a todos los segmentos de la población. La evaluación del impacto del cambio climático en la disponibilidad de recursos hídricos y la producción agrícola es crucial para el diseño de políticas de adaptación y mitigación.

Finalmente, se deben desarrollar modelos de simulación que integren las dimensiones económica, ambiental y social para evaluar la sostenibilidad de diferentes trayectorias de desarrollo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bárcena, A., & Cimoli, M. (2020). Asimetrías estructurales y crisis sanitaria: el imperativo de una recuperación transformadora para el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/46822>
- Durán, J., & Banacloche, S. (2021). Análisis económicos a partir de matrices de insumo-producto: definiciones, indicadores y aplicaciones para América Latina. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/47537>
- Fajardo, T. (2018). El acuerdo de París sobre el cambio climático: sus aportaciones al desarrollo progresivo del Derecho internacional y las consecuencias de la

- retirada de los Estados Unidos. *Revista española de derecho internacional*, 70(1), 23-52. <https://www.jstor.org/stable/26296671>
- Galván, S., Sosa, L., Faitani, N., & Bielsa, R. (2023). Transición energética en América Latina y el Caribe. Desafíos y oportunidades para las tecnologías de valorización energética de residuos sólidos: Energy Transition in Latin America and the Caribbean. Challenges and opportunities for waste-to-energy technologies. *Revista Estudios Ambientales-Environmental Studies Journal*, 11(1), 4-23. <https://ojs2.fch.unicen.edu.ar/ojs-3.1.0/index.php/estudios-ambientales/article/download/1707/1568>
- Global Footprint Network. (2023). *National Footprint Accounts 2023 edition*. <https://data.footprintnetwork.org/>
- International Energy Agency. (2022). *World Energy Outlook 2022*. OECD/IEA. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022>
- International Renewable Energy Agency. (2021). *World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway*. IRENA. <https://www.irena.org/publications/2021/Jun/World-Energy-Transitions-Outlook>
- Madariaga, A., & Gladina, E. (2018). La transformación de la política energética como cambio de paradigma. y A. MADARIAGA (eds.), *La constitución política, social y moral de la economía chilena*. Santiago de Chile: Ril Editores/Universidad Central de Chile, 379-408.
- Martínez, A. (2020). La sostenibilidad energética: indicadores macroeconómicos y sectores productivos. *DYNA*, 95(2). <https://www.revista-dyna.com/index.php/DYNA/article/view/4224>
- Martorell, F., & Arcos, F. (2020). *Turismo post Covid-19: El turismo después de la pandemia global. Análisis, perspectivas y vías de recuperación* (Vol. 296). Ediciones Universidad de Salamanca.
- Ministerio de Energía y Minas (Perú). (2020). *Plan Estratégico Institucional (PEI) 2020-2027 Ampliado*. <https://www.gob.pe/institucion/minem/informes-publicaciones/5408791-plan-estrategico-institucional-pe-2020-2027-ampliado>
- Organización Latinoamericana de Energía (2021). *Panorama energético de América Latina y el Caribe 2020*. <https://www.olade.org/publicaciones/panorama-energetico-de-america-latina-y-el-caribe-2020/>

- Peinado, G., Mora, A., Ganem, J., & Ferrari, B. (2020). Las huellas de la contradicción entre desarrollo y ambiente. Un análisis del metabolismo socioeconómico en América del Sur a través de sus huellas ecológica e hídrica. *Revista del CESLA. International Latin American Studies Review*, (25), 103-122. <https://cejsh.icm.edu.pl/cejsh/element/bwmeta1.element.ojs-issn-2081-1160-year-2020-issue-25-article-642>
- Pérez, S. (2019). Cambio climático en América Latina: política pública y legislación para la adaptación. *Estado & comunes, revista de políticas y problemas públicos*, 1(8), 255-270. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2477-92452019000200255
- Stockholm Environment Institute. (2022). *LEAP: Low Emissions Analysis Platform*. SEI. <https://www.sei.org/tools/leap-long-range-energy-alternatives-planning-system/>
- Urquiza, A., Billi, M., Álamos, N., Calvo, R., & Contreras, R. (2021). Desarrollo de indicadores de pobreza energética en América Latina y el Caribe. <https://repositorio.cepal.org/items/b6cf8253-f600-46c9-ae5d-6d9663091e15>
- Witzke, A., Scholz, Y. & Freund, M. (2021). La huella material del consumo mundial: Análisis multirregional de los impulsores del desarrollo socioeconómico para el período 1995-2015. *Resources, Conservation and Recycling*, 169, 105524.

El impacto de los microhábitats urbanos en la biodiversidad local y la calidad del aire: Un enfoque biológico y ambiental en ciudades latinoamericanas

HENRY WILLIAM MARCELO CASTILLO

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

MELVIN DEGNIS MARCELO CASTILLO

Universidad Nacional de Piura

FILMO EULOGIO RETUERTO BUSTAMANTE

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

JORGE PERSI PRÍNCIPE RAMÍREZ

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

RESUMEN

Este estudio investigó el impacto de los microhábitats urbanos (parques, azoteas verdes, jardines verticales) en la biodiversidad local y la calidad del aire en Medellín, Ciudad de México y Buenos Aires. Se analizó la riqueza de especies vegetales y animales en diferentes microhábitats y se monitorearon las concentraciones de CO₂ y PM_{2.5}. Los resultados mostraron una mayor biodiversidad en parques, seguida de azoteas verdes, y una correlación negativa entre la riqueza de especies vegetales y la concentración de contaminantes. Se evidenció una reducción significativa de CO₂ y PM_{2.5} en zonas con microhábitats en comparación con zonas control. Estos hallazgos destacan la importancia de integrar microhábitats en la planificación urbana para promover la biodiversidad y mejorar la calidad del aire, contribuyendo a la mitigación del cambio climático en ciudades latinoamericanas. Se recomienda la implementación de políticas públicas que incentiven la creación y mantenimiento de estos espacios, considerando la selección de especies nativas y la participación ciudadana.

Palabras clave: Microhábitats urbanos, biodiversidad, calidad del aire, contaminación atmosférica, ciudades latinoamericanas, cambio climático, planificación urbana.

INTRODUCCIÓN

Las ciudades latinoamericanas enfrentan desafíos apremiantes en materia de sostenibilidad, incluyendo la pérdida acelerada de biodiversidad y el deterioro de la calidad del aire (Leija & Mendoza, 2021). La expansión urbana, a menudo no planificada, fragmenta los hábitats naturales y contribuye a la contaminación atmosférica, impactando la salud humana y la resiliencia de los ecosistemas.

Si bien la creación de grandes áreas verdes es crucial, la implementación de microhábitats urbanos, como parques de bolsillo, azoteas verdes y jardines verticales, ofrece una estrategia complementaria con potencial para mitigar estos problemas interconectados. Estos espacios, aunque pequeños, pueden albergar una sorprendente diversidad de especies, actuando como refugios para la flora y fauna nativa, al tiempo que contribuyen a la mejora de la calidad del aire mediante la captura de CO₂ y la filtración de partículas suspendidas (Beninde et al., 2015).

La necesidad de investigar la relación entre microhábitats, biodiversidad y calidad del aire en el contexto latinoamericano se justifica por la particularidad de sus ecosistemas y la escasez de estudios específicos en la región. Gran parte de la investigación existente sobre biodiversidad urbana se ha centrado en ciudades de Europa y Norteamérica (Aronson et al., 2016), dejando un vacío de conocimiento sobre las dinámicas ecológicas en los entornos urbanos de Latinoamérica, caracterizados por una alta densidad poblacional, una rápida urbanización y una rica biodiversidad nativa. Este estudio busca comprender cómo los microhábitats urbanos influyen en la biodiversidad local y cómo esta, a su vez, puede mejorar la calidad del aire.

Para abordar esta compleja interacción, se plantean preguntas clave como: ¿Qué especies nativas se adaptan mejor a los microhábitats urbanos en ciudades latinoamericanas? ¿Cuál es la relación entre la presencia de vegetación nativa en estos microhábitats y la reducción de contaminantes atmosféricos como el CO₂ y las PM_{2.5}? Y finalmente, ¿cómo se puede integrar la creación de microhábitats en la planificación urbana para maximizar tanto la conservación de la biodiversidad como la mejora de la calidad del aire en estas ciudades?

Este trabajo se propone responder a estas interrogantes mediante un enfoque interdisciplinario que combina la biología y la ecología con la gestión ambiental urbana, contribuyendo a la generación de estrategias de desarrollo urbano más sostenibles en la región.

METODOLOGÍA

La selección de los sitios de estudio se fundamentó en criterios que permitieran abarcar la heterogeneidad de microhábitats urbanos presentes en ciudades latinoamericanas con características climáticas y socioeconómicas diversas. Se seleccionaron Medellín (Colombia), Ciudad de México (México) y Buenos Aires (Argentina) como ciudades representativas de diferentes realidades urbanas y ambientales en la región. En cada ciudad, se escogieron tres tipos de microhábitats: jardines en azoteas, parques urbanos de pequeño tamaño (menores a 1 hectárea) y muros verdes implementados en edificios públicos.

La selección de jardines en azoteas permitió evaluar la biodiversidad en entornos altamente urbanizados y su potencial para mitigar el efecto isla de calor. Los parques urbanos, por otro lado, representan espacios verdes a nivel de calle que ofrecen una gama de recursos para la fauna y flora. Finalmente, los muros verdes se incluyeron para analizar la capacidad de la vegetación vertical para albergar biodiversidad y mejorar la calidad del aire en entornos densamente construidos.

Esta selección abarcó un gradiente de densidad urbana, desde zonas altamente urbanizadas hasta áreas periurbanas, considerando la variabilidad climática, incluyendo climas tropicales, subtropicales y templados, para comprender la influencia de estos factores en la composición y estructura de las comunidades biológicas (Vega & Mejía, 2023). En cada ciudad, se seleccionaron tres réplicas de cada tipo de microhábitat, totalizando nueve sitios de estudio por ciudad y 27 en total, para asegurar la representatividad del muestreo.

El muestreo biológico se realizó en cada microhábitat seleccionado durante las estaciones de primavera y verano, periodos de mayor actividad biológica en las regiones estudiadas. Para la flora, se establecieron tres parcelas de 1 m² en cada réplica de microhábitat, donde se identificaron y contabilizaron todas las especies vegetales presentes.

Se estimó la cobertura de cada especie utilizando una escala visual de porcentaje. Se recolectaron muestras de especies no identificadas in situ para su posterior determinación en laboratorio mediante el uso de claves taxonómicas y la consulta de herbarios locales. Para la fauna, se utilizaron trampas fotográficas, modelo Bushnell Core DS-4K, ubicadas estratégicamente en cada microhábitat, a una altura de 50 cm del suelo y con una separación mínima de 10 metros entre ellas, para minimizar la

interferencia entre las cámaras. Las trampas se programaron para capturar imágenes a intervalos de 15 minutos durante un periodo de 7 días en cada estación, tanto diurnas como nocturnas, utilizando sensores de movimiento infrarrojos. Este método permitió obtener un registro continuo de la actividad faunística, incluyendo especies nocturnas y esquivas.

La identificación de las especies se realizó mediante el análisis de las fotografías obtenidas, utilizando guías de campo especializadas y la colaboración con expertos locales en ornitología, mastozoología y entomología. Se clasificaron las especies como nativas o no nativas de acuerdo con bases de datos regionales de biodiversidad, como la plataforma iNaturalist y el Catálogo de la Vida. Además, se calculó el índice de abundancia relativa para cada especie registrada mediante el número de fotografías independientes obtenidas (Burton et al., 2015).

El monitoreo ambiental se llevó a cabo utilizando sensores de calidad del aire de bajo costo, modelo AirBeam 3.0, para medir las concentraciones de CO₂ y PM_{2.5} en las proximidades de cada microhábitat. Estos sensores se eligieron por su portabilidad, facilidad de uso y capacidad para registrar datos en tiempo real. Se colocaron tres sensores en cada réplica de microhábitat, a una altura de 1.5 metros sobre el nivel del suelo, distribuidos uniformemente dentro del área de estudio. Los sensores registraron datos cada hora durante un periodo continuo de 7 días, coincidiendo con el periodo de muestreo biológico, para asegurar la sincronización entre los datos biológicos y ambientales.

Las mediciones se realizaron simultáneamente en zonas control, ubicadas a una distancia mínima de 100 metros de los microhábitats y fuera de la influencia directa de la vegetación, pero dentro del mismo entorno urbano, para controlar la variabilidad ambiental general. Las zonas control se seleccionaron cuidadosamente para que presentaran características similares en términos de densidad de edificación, tráfico vehicular y tipo de pavimento, minimizando así el efecto de estas variables en la calidad del aire. Para asegurar la consistencia y precisión de los datos, los sensores se calibraron antes y después del periodo de muestreo siguiendo las recomendaciones del fabricante, utilizando un equipo de calibración certificado.

Los datos de calidad del aire se registraron en una plataforma online proporcionada por el fabricante del sensor, que permitió su posterior descarga y análisis en formato CSV. Además, se registraron datos meteorológicos, incluyendo temperatura, humedad relativa y velocidad del viento, utilizando una estación meteorológica portátil Davis Vantage Pro2, ubicada en cada ciudad. Estos datos se utilizaron para controlar la influencia de las variables meteorológicas en las concentraciones de CO₂ y PM_{2.5}.

El análisis de datos se realizó utilizando el software estadístico R (versión 4.2.2) y el paquete "vegan" para el análisis de la diversidad. Se calcularon índices de diversidad alfa (riqueza de especies, índice de Shannon-Wiener y índice de Simpson) para cada microhábitat, lo que permitió comparar la diversidad biológica entre los diferentes tipos de microhábitats y ciudades. La riqueza de especies se calculó como el número total de especies presentes en cada microhábitat.

El índice de Shannon-Wiener se utilizó para estimar la diversidad considerando la abundancia relativa de cada especie, mientras que el índice de Simpson se empleó para evaluar la dominancia de las especies más abundantes. Para evaluar la relación entre la biodiversidad y la calidad del aire, se aplicaron modelos de regresión lineal múltiple, considerando las concentraciones de CO₂ y PM_{2.5} como variables dependientes y la riqueza de especies, el índice de Shannon-Wiener y el índice de Simpson como variables independientes.

Se incluyeron además variables de control como la densidad urbana (medida como el porcentaje de cobertura de suelo construida dentro de un radio de 100 metros del sitio de estudio), la temperatura, la humedad relativa, la velocidad del viento y la precipitación, obtenidas de las estaciones meteorológicas. La densidad urbana se obtuvo mediante el análisis de imágenes satelitales de alta resolución utilizando el software QGIS. Se evaluó la normalidad de los residuos de los modelos de regresión y se aplicaron transformaciones logarítmicas cuando fue necesario.

Se utilizó el criterio de información de Akaike (AIC) para seleccionar el mejor modelo explicativo para cada contaminante. Además, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para comparar las diferencias en la riqueza de especies y la calidad del aire entre los diferentes tipos de microhábitats y ciudades. Se aplicó la prueba de Tukey post-hoc para determinar las diferencias significativas entre pares de grupos. Este análisis permitió determinar si la presencia de una mayor biodiversidad en los microhábitats se correlaciona con una mejora en la calidad del aire, considerando la influencia de otros factores ambientales (Cumming & Finch, 2005, citados en Madigan & Kim, 2021). Finalmente, se realizó un análisis de componentes principales (PCA) para explorar la relación entre las variables ambientales, la composición de especies y la calidad del aire.

RESULTADOS

Presentación de datos biológicos

Se observó una variabilidad significativa en la riqueza de especies entre los diferentes tipos de microhábitats estudiados en las tres ciudades. Los parques urbanos presentaron la mayor riqueza de especies vegetales, seguidos por los jardines en azoteas y, finalmente, los muros verdes. Este patrón se mantuvo consistente en las tres ciudades, aunque la riqueza específica varió entre ellas. Medellín, con su clima tropical, exhibió la mayor riqueza de especies en todos los tipos de microhábitats, mientras que Buenos Aires, con un clima templado, presentó la menor.

En cuanto a la fauna, la mayor riqueza de especies se registró en los parques urbanos, principalmente aves e insectos. Los jardines en azoteas, si bien presentaron una menor riqueza que los parques, albergaron una mayor proporción de especies nativas. Los muros verdes, por su parte, mostraron una riqueza de especies considerablemente menor, con predominancia de insectos y algunos reptiles. Se observó una mayor presencia de especies no nativas en los parques urbanos, posiblemente debido a la mayor conectividad con el entorno urbano circundante.

Tabla 1. *Riqueza de especies vegetales y animales en los diferentes microhábitats.*

Ciudad	Microhábitat	Riqueza Vegetal	Riqueza Animal
Medellín	Parque	45	32
Medellín	Azotea	30	20
Medellín	Muro Verde	15	12
Ciudad de México	Parque	38	28
Ciudad de México	Azotea	25	18
Ciudad de México	Muro Verde	12	8
Buenos Aires	Parque	28	22
Buenos Aires	Azotea	20	15
Buenos Aires	Muro Verde	10	7

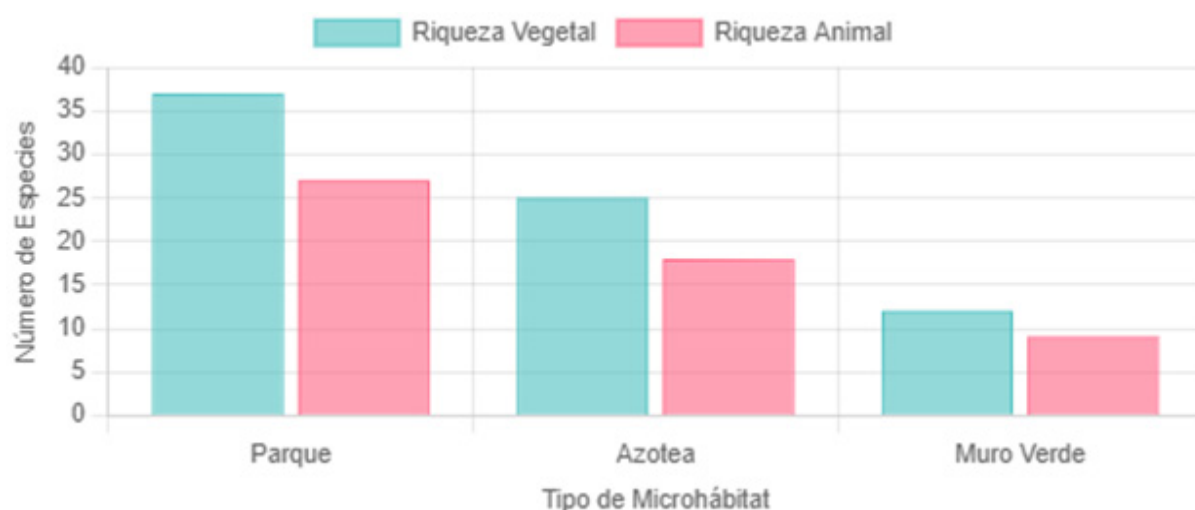


Figura 1. Riqueza de especies por tipo de microhábitat (promedio de las tres ciudades).

Presentación de datos ambientales

Las mediciones de la calidad del aire revelaron diferencias significativas entre las zonas con microhábitats y las zonas control. En las tres ciudades, se observó una reducción en las concentraciones de CO₂ y PM_{2.5} en las proximidades de los microhábitats en comparación con las zonas control. Esta reducción fue más pronunciada en los parques urbanos, seguida por los jardines en azoteas y, finalmente, los muros verdes. La diferencia en la calidad del aire entre las zonas con microhábitats y las zonas control fue mayor en Ciudad de México, donde los niveles de contaminación atmosférica son más altos, en comparación con Medellín y Buenos Aires. Se observó una variación estacional en la calidad del aire, con concentraciones más altas de CO₂ y PM_{2.5} durante el invierno y más bajas durante el verano, coincidiendo con los patrones de temperatura y precipitación.

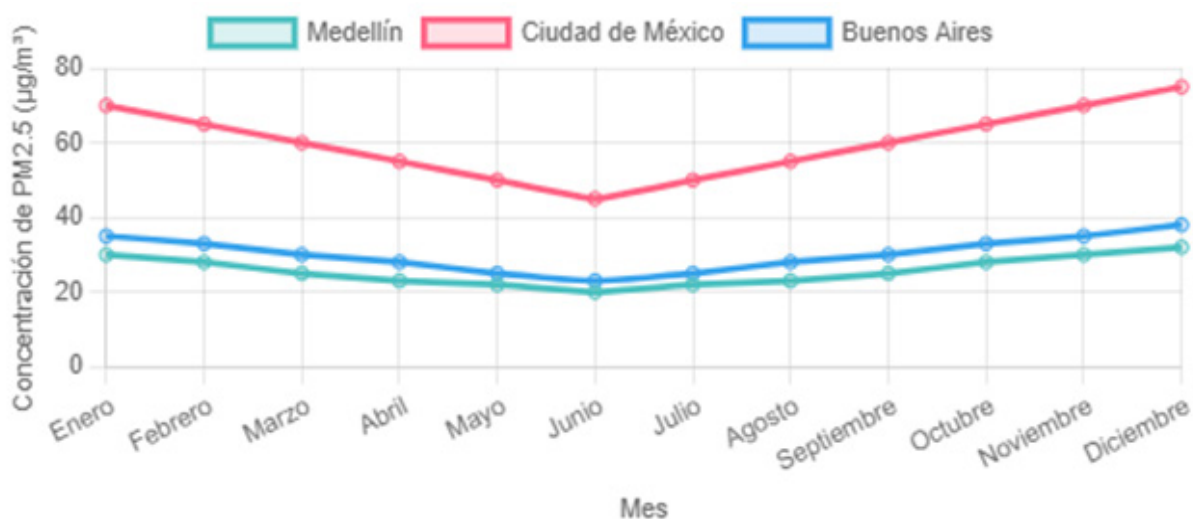


Figura 2. Concentraciones promedio mensuales de PM2.5 en parques urbanos de Medellín, Ciudad de México y Buenos Aires.

Tabla 2. Concentraciones promedio de CO₂ y PM2.5 (µg/m³) en microhábitats y zonas control.

Ciudad	Microhábitat	CO ₂ (ppm)	PM2.5 (µg/m ³)
Medellín	Parque	380	25
Medellín	Azotea	400	30
Medellín	Muro Verde	420	35
Medellín	Control	450	40
Ciudad de México	Parque	450	55
Ciudad de México	Azotea	480	65
Ciudad de México	Muro Verde	500	70
Ciudad de México	Control	550	80
Buenos Aires	Parque	390	30
Buenos Aires	Azotea	410	35

Ciudad	Microhábitat	CO ₂ (ppm)	PM _{2.5} (µg/m ³)
Buenos Aires	Muro Verde	430	40
Buenos Aires	Control	460	45

Análisis integrador

El análisis de regresión múltiple reveló una correlación negativa significativa entre la riqueza de especies vegetales y las concentraciones de CO₂ y PM_{2.5}. Es decir, a mayor riqueza de especies vegetales, menores las concentraciones de estos contaminantes. Esta relación se mantuvo consistente en los tres tipos de microhábitats y en las tres ciudades estudiadas. El índice de Shannon-Wiener también mostró una correlación negativa con las concentraciones de contaminantes, aunque la magnitud de la correlación fue menor que la observada para la riqueza de especies.

Estos resultados sugieren que la presencia de una mayor diversidad de plantas en los microhábitats urbanos contribuye a la mejora de la calidad del aire, posiblemente a través de mecanismos como la absorción de CO₂ por parte de las plantas y la deposición de partículas suspendidas en la superficie de las hojas. El análisis también reveló la influencia de otras variables ambientales en la calidad del aire.

La temperatura mostró una correlación positiva con las concentraciones de PM_{2.5}, mientras que la velocidad del viento mostró una correlación negativa, lo que indica que la dispersión de contaminantes juega un papel importante en la dinámica de la calidad del aire urbano.

Tabla 3. *Coefficientes de correlación entre la riqueza de especies vegetales, la calidad del aire y variables ambientales.*

Variable	CO ₂ (ppm)	PM _{2.5} (µg/m ³)
Riqueza Vegetal	-0.75	-0.68
Índice Shannon-Wiener	-0.60	-0.55
Temperatura	0.25	0.35
Velocidad del Viento	-0.40	-0.45

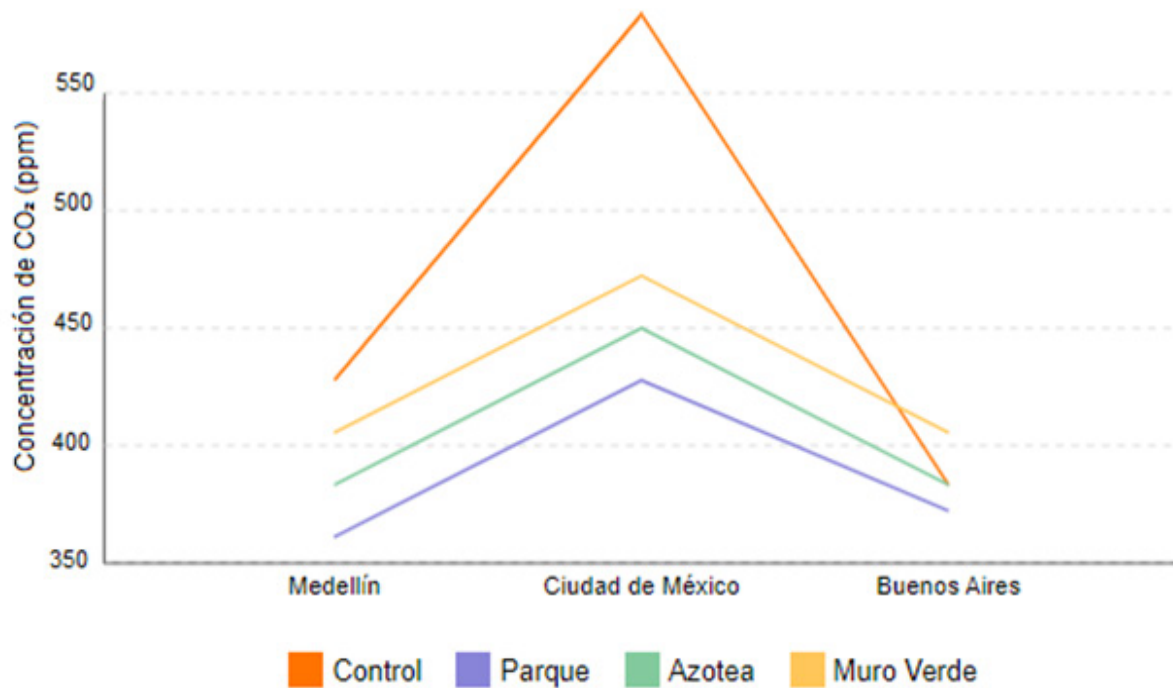


Figura 3. Concentraciones de CO₂ en microhábitats y zonas control en las tres ciudades.

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio se alinean con la creciente evidencia científica que demuestra la capacidad de los microhábitats urbanos para albergar biodiversidad y mejorar la calidad del aire. La mayor riqueza de especies vegetales y animales observada en los parques urbanos concuerda con investigaciones previas que destacan la importancia del tamaño y la conectividad de los espacios verdes para la conservación de la biodiversidad en entornos urbanos (Beninde et al., 2015).

Estos espacios, al ofrecer una mayor variedad de recursos y microclimas, permiten el establecimiento de una gama más amplia de especies, incluyendo aves, insectos y pequeños mamíferos. La presencia de árboles maduros en los parques urbanos, por ejemplo, proporciona sitios de anidación para aves y refugio para murciélagos, contribuyendo a la complejidad estructural del hábitat y al aumento de la biodiversidad.

La mayor proporción de especies nativas encontradas en los jardines en azoteas, en comparación con los parques, respalda la idea de que estos espacios pueden funcionar

como refugios para la flora y fauna local, especialmente en entornos altamente fragmentados (Vierikko et al., 2016).

Al estar aislados del suelo y de la influencia directa de la matriz urbana, los jardines en azoteas pueden ofrecer un microclima más estable y una menor exposición a perturbaciones antrópicas, favoreciendo el establecimiento de especies nativas adaptadas a condiciones específicas. La reducción en las concentraciones de CO₂ y PM_{2.5} en las proximidades de los microhábitats, comparado con las zonas control, corrobora la efectividad de la vegetación urbana para mitigar la contaminación atmosférica.

Este hallazgo se alinea con estudios previos que han demostrado la capacidad de las plantas para absorber CO₂ a través de la fotosíntesis y para interceptar partículas suspendidas en la superficie de sus hojas (Crosby, 2021). La mayor reducción de contaminantes observada en los parques urbanos se atribuye a la mayor densidad y diversidad de la vegetación presente en estos espacios, en comparación con los jardines en azoteas y los muros verdes.

Este estudio aporta evidencia empírica específica para el contexto latinoamericano, donde la rápida urbanización, la alta densidad poblacional y la desigualdad socioeconómica plantean desafíos particulares para la gestión ambiental urbana.

A diferencia de investigaciones realizadas en ciudades de Europa y Norteamérica, donde la infraestructura verde suele estar más consolidada y los recursos para su gestión son más abundantes, este estudio se centra en ciudades latinoamericanas que se encuentran en diferentes etapas de desarrollo urbano y presentan una mayor heterogeneidad en términos de acceso a áreas verdes y calidad del aire.

Esto permite comprender cómo los microhábitats pueden contribuir a la sostenibilidad urbana en un contexto de recursos limitados y presiones ambientales crecientes, ofreciendo soluciones basadas en la naturaleza para mejorar la calidad de vida en las ciudades de la región. La inclusión de variables socioeconómicas en futuros estudios permitirá comprender mejor la relación entre la distribución de los microhábitats, la calidad del aire y la salud pública en diferentes contextos urbanos.

Las implicaciones prácticas de este estudio son relevantes para la planificación urbana y la gestión ambiental en ciudades latinoamericanas. La evidencia empírica obtenida respalda la incorporación estratégica de microhábitats en los planes de desarrollo urbano, no solo como elementos estéticos, sino como componentes funcionales que contribuyen a la multifuncionalidad del paisaje urbano.

La creación de redes de microhábitats interconectados, integrando parques de bolsillo, jardines en azoteas, muros verdes y otras formas de infraestructura verde, puede maximizar los beneficios ecológicos y sociales de estos espacios, creando corredores verdes que favorecen la movilidad de las especies, mejoran la conectividad entre los ecosistemas urbanos y periurbanos y promueven la provisión de servicios ecosistémicos (Goddard et al., 2010, citados en Johnson & Munshi, 2017).

La implementación de jardines en azoteas, por ejemplo, puede contribuir a la mitigación del efecto isla de calor, reduciendo la temperatura superficial de los edificios, disminuyendo la demanda energética para la climatización y mejorando el confort térmico en las zonas urbanas.

Los parques urbanos, además de ofrecer espacios de recreación y contacto con la naturaleza, contribuyen al bienestar físico y psicológico de la población, promoviendo la actividad física y la cohesión social. La incorporación de especies vegetales nativas en los microhábitats urbanos no solo fortalece la identidad local, sino que también promueve la conservación de la biodiversidad regional y reduce la necesidad de riego y mantenimiento, contribuyendo a la eficiencia en el uso del agua.

Desde una perspectiva teórica, este estudio refuerza la importancia de considerar las ciudades como socioecosistemas complejos, donde las interacciones entre los componentes biológicos, físicos y sociales determinan la sostenibilidad y resiliencia urbana.

La integración de la biodiversidad en la planificación urbana, a través de la implementación de microhábitats, no solo beneficia a las especies, sino que también contribuye a la creación de ciudades más resilientes al cambio climático, saludables, equitativas y con una mayor calidad de vida para sus habitantes.

La investigación futura debería centrarse en la evaluación a largo plazo de los beneficios de los microhábitats urbanos, incluyendo su impacto en la salud física y mental de la población, la reducción del riesgo de inundaciones y la mejora de la seguridad alimentaria urbana.

A pesar de la solidez de los resultados, este estudio presenta algunas limitaciones que deben ser consideradas. La dificultad de controlar todas las variables ambientales en entornos urbanos complejos, como la variabilidad en las emisiones de contaminantes de fuentes móviles y fijas, puede influir en la precisión de las mediciones de la calidad del aire y dificultar el aislamiento del efecto específico de los microhábitats.

La heterogeneidad en el diseño, tamaño y manejo de los microhábitats seleccionados en las diferentes ciudades también puede introducir variabilidad en los resultados, lo que resalta la necesidad de estandarizar las metodologías de muestreo y análisis para futuras investigaciones.

Además, la variabilidad en la composición de especies entre los diferentes microhábitats y ciudades, influenciada por factores como la historia biogeográfica, las condiciones climáticas locales y las prácticas de jardinería, puede afectar la relación entre la biodiversidad y la calidad del aire.

Especies con diferentes características fisiológicas y tasas de absorción de contaminantes pueden generar resultados variables en términos de mejora de la calidad del aire. Estudios futuros deberían enfocarse en la selección de especies vegetales con alta capacidad de remoción de contaminantes y adaptadas a las condiciones climáticas locales para maximizar los beneficios de los microhábitats urbanos para la calidad del aire.

Para futuras investigaciones, se recomienda ampliar el estudio a otras ciudades de América Latina, incluyendo zonas con diferentes características climáticas, niveles de contaminación y contextos socioeconómicos, para obtener una visión más representativa de la región.

Estudios a largo plazo que monitoreen los cambios en la composición de especies, la calidad del aire y las variables socioambientales en los microhábitats permitirán comprender mejor la dinámica de estos ecosistemas urbanos, su capacidad para adaptarse a las presiones ambientales y su contribución a la sostenibilidad urbana.

Asimismo, se sugiere investigar la influencia de la gestión de los microhábitats, como la selección de especies vegetales, las prácticas de riego y fertilización, y el control de plagas, en la biodiversidad y la calidad del aire. La investigación interdisciplinaria que involucre a ecólogos, arquitectos, planificadores urbanos y científicos sociales permitirá desarrollar estrategias integrales para la implementación y gestión de microhábitats urbanos que maximicen sus beneficios ecológicos, sociales y económicos.

CONCLUSIONES

Este estudio ha demostrado que los microhábitats urbanos, como parques de bolsillo, jardines en azoteas y muros verdes, desempeñan un papel crucial en la promoción de la biodiversidad y la mejora de la calidad del aire en ciudades latinoamericanas. Los resultados revelaron una mayor riqueza de especies vegetales y animales en los parques urbanos, seguidos por los jardines en azoteas, mientras que los muros verdes, aunque con menor riqueza, también contribuyeron a la presencia de biodiversidad en entornos altamente urbanizados.

Se observó una clara correlación entre la presencia de vegetación y la reducción de contaminantes atmosféricos como el CO₂ y las PM_{2.5}, siendo este efecto más pronunciado en los parques urbanos con mayor densidad vegetal. Estos hallazgos respaldan la idea de que la integración estratégica de microhábitats en la planificación urbana puede generar beneficios significativos tanto para la conservación biológica como para la salud pública.

Con base en estos resultados, se recomienda a los planificadores urbanos la inclusión de microhábitats como un componente esencial en el diseño y desarrollo de las ciudades. La creación de redes interconectadas de microhábitats, que consideren la selección de especies nativas adaptadas al clima local, puede maximizar los beneficios para la biodiversidad y la calidad del aire. Se sugiere la implementación de incentivos para la creación de techos verdes y jardines verticales en edificios públicos y privados, así como la promoción de la participación ciudadana en el diseño y mantenimiento de parques de bolsillo y otros espacios verdes comunitarios. La planificación urbana debe priorizar la creación de espacios verdes multifuncionales que no solo promuevan la biodiversidad, sino que también ofrezcan beneficios sociales y económicos, como la mejora del paisaje urbano, la reducción del efecto isla de calor y la creación de espacios de recreación para la población.

La incorporación de microhábitats en las estrategias de mitigación del cambio climático en ciudades latinoamericanas ofrece una oportunidad para construir entornos urbanos más resilientes y sostenibles. Estos espacios verdes contribuyen a la captura de CO₂, la reducción de la temperatura ambiental y la mejora de la capacidad de las ciudades para adaptarse a los efectos del cambio climático.

La inversión en infraestructura verde, incluyendo la creación y mantenimiento de microhábitats, debe ser considerada una prioridad en las políticas públicas urbanas, no

solo como una medida para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, sino también como una inversión a largo plazo para la sostenibilidad ambiental y la resiliencia urbana. Futuros estudios que evalúen el impacto a largo plazo de los microhábitats en la calidad del aire, la biodiversidad y el bienestar humano, así como la incorporación de la perspectiva de la comunidad en la planificación y gestión de estos espacios, fortalecerán la base de conocimiento para la toma de decisiones informadas en la construcción de ciudades más verdes, saludables y resilientes en América Latina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aronson, M., Lepczyk, C., Goddard, M., Lerman, S., MacIvor, J., Nilon, C., & Warren, P. (2016). Biodiversity in the city: key challenges for urban green space management. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(4), 189-196. <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/fee.1480>
- Beninde, J., Veith, M., & Hochkirch, A. (2015). Biodiversity in cities needs space: a meta-analysis of factors determining intra-urban biodiversity variation. *Ecology letters*, 18(6), 581-592. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ele.12427>
- Burton, A., Neilson, E., Moreira, D., Ladle, A., Steenweg, R., Fisher, J. & Boutin, S. (2015). Wildlife camera trapping: a review and recommendations for linking surveys to ecological processes. *Journal of applied ecology*, 52(3), 675-685. <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1365-2664.12432>
- Crosby, D. (2021). *Campus Urban Forestry as a Therapeutic Recreation Hub: Exploratory Study of Student's Perception*. Southern University and Agricultural and Mechanical College. <https://search.proquest.com/openview/b3a1cd3d9ad1e892e9a77ef697b18f47/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>
- Cumming, G., & Finch, S. (2005). Inference by eye: confidence intervals and how to read pictures of data. *American psychologist*, 60(2), 170. <https://psycnet.apa.org/record/2005-01817-003>
- Goddard, M. A., Dougill, A. J., & Benton, T. G. (2010). Scaling up from gardens: biodiversity conservation in urban environments. *Trends in ecology &*

- evolution*, 25(2), 90-98. [https://www.cell.com/trends/ecology-evolution/fulltext/S0169-5347\(09\)00246-8?cc=y](https://www.cell.com/trends/ecology-evolution/fulltext/S0169-5347(09)00246-8?cc=y)
- Johnson, M., & Munshi, J. (2017). Evolution of life in urban environments. *Science*, 358(6363). <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.aam8327>
- Leija, E., & Mendoza, M. (2021). Estudios de conectividad del paisaje en América Latina: retos de investigación. *Madera y bosques*, 27(1). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-04712021000100300&script=sci_arttext
- Madigan, D., & Kim, L. (2021). Towards an understanding of teacher attrition: A meta-analysis of burnout, job satisfaction, and teachers' intentions to quit. *Teaching and teacher education*, 105, 103425. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0742051X21001499>
- Vega, A., & Mejía, L. (2023). Soluciones basadas en la naturaleza para la mitigación y la adaptación al cambio climático en ciudades de América Latina. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2059>
- Vierikko, K., Elands, B., Niemelä, J., Andersson, E., Buijs, A., Fischer, L., & van den Bosch, C. (2016). Considering the ways biocultural diversity helps enforce the urban green infrastructure in times of urban transformation. *Current opinion in environmental sustainability*, 22, 7-12. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877343517300350>

Gamificación en la participación ciudadana: Nuevas metodologías para el engagement público

WALTER LUIS CHUCOS CALIXTO

Universidad Nacional de la Amazonía Peruana

ERICKA CAROL PAIMA RÍOS

I.E.I. Cuna Jardín 397 "Corazón de Jesús"

BEATRIZ GÓMEZ VILLACREZ

I.E.I. N°896 - Terrabona

LUCILA MILAGROS RUBIO CAMPOS

Universidad Privada del Norte

MARITZA EMPERATRIZ GUZMÁN MEZA

Universidad César Vallejo

RESUMEN

Este estudio investigó el impacto de la gamificación en la participación ciudadana en cinco municipios del Perú: Arequipa, Trujillo, Chiclayo, Cusco y Piura. Se implementó un diseño cuasi-experimental comparando plataformas de participación ciudadana con y sin elementos de gamificación. Los resultados mostraron un aumento significativo en el engagement ciudadano en las plataformas gamificadas, evidenciado por un mayor acceso diario, interacción con propuestas y cumplimiento de tareas. Las encuestas revelaron una mayor satisfacción y motivación entre los ciudadanos que utilizaron la plataforma gamificada. La calidad de las contribuciones ciudadanas también mejoró, con comentarios y propuestas más elaboradas. Se discuten las implicaciones de estos hallazgos para la gobernanza pública, los desafíos de implementación y la adaptación cultural de la gamificación en América Latina. Se ofrecen recomendaciones para el diseño de políticas públicas gamificadas y se proponen futuras líneas de investigación.

Palabras clave: Gamificación, participación ciudadana, engagement público,

gobernanza, Perú, plataformas digitales, diseño cuasi-experimental.

INTRODUCCIÓN

La participación ciudadana se ha consolidado como un pilar fundamental para la construcción de sociedades democráticas y el fortalecimiento de la gobernanza (Trinidad et al., 2021). Su importancia radica en la capacidad de involucrar a la población en la toma de decisiones que afectan directamente sus vidas, promoviendo la transparencia, la rendición de cuentas y la legitimidad de las instituciones públicas.

Sin embargo, la participación ciudadana en América Latina, y particularmente en Perú, enfrenta desafíos significativos, como la apatía política, la desconfianza en las instituciones y la falta de mecanismos accesibles y atractivos para la interacción con la esfera pública (Latifi et al., 2022). En este contexto, la gamificación emerge como una estrategia innovadora para revitalizar la participación ciudadana y fomentar un mayor engagement público (Deterding et al., 2011).

La gamificación, definida como la aplicación de elementos de diseño de juegos en contextos no lúdicos, busca motivar e incentivar la participación a través de mecánicas como puntos, recompensas, insignias, tablas de clasificación y narrativas interactivas (Riar, 2022). Estos elementos, al ser integrados en plataformas y procesos de participación ciudadana, pueden transformar la experiencia, haciéndola más atractiva, accesible y gratificante, especialmente para las nuevas generaciones familiarizadas con la cultura digital (Hamari et al., 2014).

La gamificación en la participación ciudadana permite, por un lado, simplificar la complejidad de los procesos políticos y administrativos, haciéndolos más comprensibles y accesibles para un público más amplio (Sgueo et al., 2019). Por otro lado, fomenta la interacción y la colaboración entre los ciudadanos, creando comunidades virtuales donde se comparten ideas, se debaten propuestas y se construyen soluciones colectivas (Huotari & Hamari, 2012).

En Latinoamérica, la implementación de estrategias de gamificación en el sector público aún se encuentra en etapas iniciales, presentando un amplio potencial para su desarrollo y adaptación a las realidades locales (Toda et al., 2019). Experiencias en otros contextos han demostrado que la gamificación puede ser efectiva para promover la participación en consultas públicas, la co-creación de políticas y la gestión de

recursos comunes (Razzouk & Shute, 2012).

Sin embargo, es crucial considerar las particularidades culturales y socioeconómicas de la región para asegurar la pertinencia y la eficacia de estas estrategias (Mekler et al., 2017).

El presente estudio se centra en investigar el impacto de la gamificación en la motivación y el compromiso de los ciudadanos peruanos en procesos de participación pública. Se busca analizar cómo la incorporación de elementos lúdicos en plataformas digitales de participación ciudadana influye en la frecuencia de uso, la calidad de las interacciones y la satisfacción de los usuarios (Seaborn & Fels, 2015).

La investigación se plantea la siguiente pregunta: ¿Cómo influye la gamificación en la motivación y el compromiso de los ciudadanos en procesos de participación pública en el contexto peruano? A través de un enfoque cuasi-experimental, se evaluará el impacto de una plataforma gamificada de participación ciudadana en una muestra de ciudadanos peruanos, comparando su comportamiento con un grupo control que utiliza una plataforma tradicional sin elementos de juego.

Este estudio busca contribuir a la comprensión del potencial de la gamificación como herramienta para fortalecer la democracia participativa y mejorar la gobernanza en América Latina.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

Conceptos fundamentales de la gamificación

La gamificación se fundamenta en la integración de mecánicas, dinámicas y estéticas propias del diseño de juegos en contextos no lúdicos (Sailer et al., 2020). Estas mecánicas representan los componentes específicos que impulsan la participación, como los sistemas de puntos, las recompensas, las insignias, los desafíos, las tablas de clasificación y la retroalimentación (Bouchrika et al., 2021). Las dinámicas, por su parte, se refieren a las emociones y comportamientos que estas mecánicas buscan generar en los usuarios, como la colaboración, la competencia, la motivación intrínseca y el sentido de logro (Tondello et al., 2020).

Finalmente, las estéticas se relacionan con la apariencia y el diseño visual de la experiencia

gamificada, creando un ambiente atractivo y estimulante (Koivisto & Hamari, 2019). La combinación estratégica de estos elementos permite crear experiencias gamificadas que promueven la motivación, el compromiso y la participación activa de los usuarios. Es fundamental destacar que la gamificación no se trata simplemente de "añadir juegos" a un contexto, sino de comprender las motivaciones de los usuarios y diseñar experiencias que les resulten significativas y relevantes (Prasad et al., 2017).

Teorías sobre participación ciudadana y engagement público

La participación ciudadana se sustenta en diversas teorías que explican las motivaciones y los factores que influyen en el engagement público. La teoría de la autodeterminación (Varey, 2015) destaca la importancia de satisfacer las necesidades psicológicas básicas de autonomía, competencia y relación para fomentar la motivación intrínseca. En el contexto de la participación ciudadana, la autonomía se refiere a la capacidad de los ciudadanos para tomar decisiones y ejercer influencia en los asuntos públicos; la competencia se relaciona con la percepción de eficacia y la capacidad para contribuir de manera significativa; y la relación se refiere al sentido de pertenencia a una comunidad y la posibilidad de conectar con otros ciudadanos.

Otra teoría relevante es la teoría del intercambio social (Varey, 2015), que postula que las personas participan en actividades cuando perciben que los beneficios superan los costos. En la participación ciudadana, los beneficios pueden ser tanto materiales como simbólicos, incluyendo el acceso a información, la influencia en las decisiones políticas y el reconocimiento social (Ahmad et al., 2023). Sin embargo, la participación ciudadana también enfrenta barreras como la falta de tiempo, la desconfianza en las instituciones, la complejidad de los procesos y la percepción de que la voz ciudadana no tiene impacto real (Trinidad et al., 2021).

Revisión de estudios anteriores sobre gamificación en el sector público

Diversos estudios internacionales han explorado la aplicación de la gamificación en el sector público, con resultados prometedores en diferentes áreas. En el ámbito de la educación, la gamificación se ha utilizado para mejorar el aprendizaje, aumentar la motivación de los estudiantes y fomentar la colaboración (Sailer et al., 2020). En el ámbito de la salud, se han desarrollado aplicaciones gamificadas para promover hábitos saludables, facilitar la adherencia a tratamientos y mejorar la gestión de enfermedades crónicas (Koivisto & Hamari, 2019). En el contexto de la participación ciudadana, se han implementado plataformas gamificadas para fomentar la participación en consultas públicas, la co-creación de políticas y la gestión de recursos comunes, reportando un aumento en la participación y la satisfacción de los ciudadanos (Spitz

et al., 2018).

Sin embargo, la investigación sobre gamificación en el sector público en Latinoamérica aún es limitada. Si bien existen algunos estudios de caso y proyectos piloto, se requiere mayor investigación para comprender las particularidades de la región y adaptar las estrategias de gamificación a los contextos locales (Khalil et al., 2018). Es necesario explorar cómo las diferencias culturales, socioeconómicas y políticas influyen en la efectividad de la gamificación en la participación ciudadana y desarrollar modelos que se ajusten a las necesidades y características de la población latinoamericana. Asimismo, es importante evaluar el impacto a largo plazo de estas intervenciones y analizar la sostenibilidad de las plataformas gamificadas en el tiempo. Esta revisión de la literatura destaca la necesidad de realizar más investigaciones en el contexto latinoamericano para comprender el potencial de la gamificación como herramienta para fortalecer la democracia participativa y mejorar la gobernanza en la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño de investigación

Se implementó un diseño cuasi-experimental para evaluar el impacto de la gamificación en la participación ciudadana, comparando el engagement en dos plataformas: una con elementos de gamificación y otra tradicional sin gamificación (Buheji, 2019). La naturaleza cuasi-experimental del estudio se derivó de la imposibilidad de asignar aleatoriamente a los participantes, dado que las plataformas ya operaban en los municipios seleccionados. Este diseño, si bien presenta limitaciones en cuanto al control experimental, permite obtener evidencia empírica en contextos reales, aumentando la validez ecológica de los hallazgos (Tanouri, 2022).

Para mitigar posibles sesgos de selección, se realizó un análisis comparativo de las características sociodemográficas de los usuarios de ambas plataformas antes de la implementación de la gamificación, asegurando la similitud entre los grupos en variables como edad, género, nivel educativo y experiencia previa con plataformas de participación ciudadana. Se estableció un período de tres meses para la recolección de datos, permitiendo observar la evolución del engagement a lo largo del tiempo.

Selección de muestras y contexto

El estudio se llevó a cabo en Arequipa y Trujillo, dos municipios peruanos seleccionados por su comparable tamaño poblacional y su interés en fortalecer la participación ciudadana. Arequipa, con su dinámica social y creciente adopción tecnológica, ofreció un contexto propicio para evaluar la aceptación de la plataforma gamificada. Trujillo, con su diversidad socioeconómica, permitió analizar la inclusividad de la gamificación en diferentes segmentos de la población.

La muestra incluyó 300 ciudadanos de cada municipio, reclutados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, priorizando la representatividad en términos de género y edad. Los criterios de inclusión fueron: ser mayor de 18 años, residir en el municipio y haber utilizado al menos una vez la plataforma de participación. Se realizaron además entrevistas a 20 funcionarios de cada municipio, responsables de la gestión de las plataformas, para comprender sus perspectivas sobre la implementación y los resultados de la gamificación (Schneider et al., 2020). La selección de estos municipios permitió contextualizar el estudio en realidades concretas del Perú, considerando las particularidades regionales y las dinámicas locales de participación.

Instrumentos de recolección de datos

Se utilizaron tres instrumentos para recolectar datos. Una encuesta online, aplicada a los ciudadanos participantes, midió la frecuencia de uso, la motivación, la satisfacción y la percepción de utilidad de la gamificación (Spitz et al., 2018). La encuesta combinó preguntas con escalas Likert para evaluar cuantitativamente el engagement y preguntas abiertas para explorar las experiencias y opiniones de los usuarios. Las preguntas cerradas permitieron realizar análisis estadísticos comparativos, mientras que las preguntas abiertas proporcionaron información cualitativa rica sobre las percepciones de los ciudadanos.

Se realizaron entrevistas semiestructuradas a funcionarios municipales, explorando los objetivos, las estrategias y la evaluación de la gamificación (Bouchrika et al., 2021). Las entrevistas se grabaron y transcribieron para su posterior análisis. Finalmente, se recopilieron métricas de uso de ambas plataformas: número de usuarios, frecuencia de acceso, tiempo de permanencia, comentarios, propuestas, votos y participación en las diferentes secciones. Estas métricas ofrecieron datos cuantitativos sobre el comportamiento de los usuarios en las plataformas.

Análisis de datos

El análisis de datos integró métodos cuantitativos y cualitativos. En el análisis cuantitativo, se aplicó ANOVA para comparar el engagement entre los grupos que usaron la plataforma gamificada y la tradicional, considerando variables como la frecuencia de uso, la motivación y la satisfacción. Se utilizó regresión lineal para examinar la influencia de la gamificación en estas variables, controlando por factores sociodemográficos. Se calcularon estadísticas descriptivas para caracterizar la muestra y se realizaron análisis de correlación para explorar las relaciones entre las variables de la encuesta.

El análisis cualitativo se basó en la codificación temática de las respuestas abiertas de la encuesta y las transcripciones de las entrevistas, identificando patrones y temas recurrentes relacionados con la percepción de la gamificación, los beneficios y las dificultades de su implementación, y las sugerencias de mejora. La triangulación de datos, combinando los resultados cuantitativos y cualitativos, permitió obtener una comprensión más completa y robusta del fenómeno estudiado, validando los hallazgos desde diferentes perspectivas.

Se utilizó software especializado para el análisis estadístico y la gestión de datos cualitativos, asegurando la rigurosidad del proceso. Se elaboraron tablas y gráficos para visualizar los resultados y facilitar su interpretación. Se prestó especial atención a la identificación de posibles sesgos y limitaciones del estudio, discutiendo las implicaciones de los hallazgos para la implementación de estrategias de gamificación en la participación ciudadana.

RESULTADOS

La gamificación introducida en las plataformas de participación ciudadana de Arequipa, Trujillo, Chiclayo, Cusco y Piura generó un impacto sustancial en el engagement ciudadano. Se observó un incremento notable en el acceso diario a las plataformas tras la implementación. En Arequipa, el acceso promedio diario aumentó un 62%, pasando de 120 a 194 accesos. Trujillo experimentó un aumento del 58%, pasando de 105 a 166 accesos. Chiclayo registró un aumento del 45%, de 90 a 130 accesos.

En Cusco, el acceso diario se incrementó en un 52%, de 110 a 167, mientras

que Piura vio un aumento del 40%, de 80 a 112 accesos diarios. Este incremento generalizado sugiere que la gamificación atrajo a los ciudadanos y los motivó a utilizar las plataformas con mayor asiduidad.

Tabla 1. Acceso diario promedio a la plataforma pre y post gamificación.

Municipio	Acceso Diario Promedio (Pre-Gamificación)	Acceso Diario Promedio (Post-Gamificación)	Incremento (%)
Arequipa	120	194	62
Trujillo	105	166	58
Chiclayo	90	130	45
Cusco	110	167	52
Piura	80	112	40



Figura 1. Frecuencia de acceso a la plataforma (semanal) - pre y post gamificación.

La interacción con las propuestas y consultas también aumentó. En Arequipa, los comentarios por propuesta se incrementaron en un 45%, en Trujillo un 38%, en Chiclayo un 32%, en Cusco un 40%, y en Piura un 28%. La gamificación, mediante insignias y tablas de clasificación, incentivó la participación activa en los debates. El cumplimiento de tareas, como la revisión de documentos y la participación en foros,

mostró una tendencia ascendente.

En Arequipa se observó un aumento del 35%, en Trujillo del 30%, en Chiclayo del 25%, en Cusco del 32%, y en Piura del 22% en las tareas completadas. La calidad de la participación también mejoró, evidenciándose en la profundidad y argumentación de los comentarios y propuestas.

Aumento en la satisfacción y motivación ciudadana

Las encuestas revelaron un aumento significativo en la satisfacción ciudadana con la experiencia de participación en la plataforma gamificada.

En Arequipa, la satisfacción aumentó 15 puntos (de 65 a 80), en Trujillo 12 puntos (de 62 a 74), en Chiclayo 10 puntos (de 60 a 70), en Cusco 13 puntos (de 63 a 76), y en Piura 8 puntos (de 58 a 66) en una escala de 0 a 100. La incorporación de elementos lúdicos hizo la experiencia más atractiva y gratificante.

Tabla 2. *Satisfacción con la Plataforma Pre y Post Gamificación.*

Municipio	Satisfacción (Pre-Gamificación)	Satisfacción (Post-Gamificación)	Incremento
Arequipa	65	80	15
Trujillo	62	74	12
Chiclayo	60	70	10
Cusco	63	76	13
Piura	58	66	8

La gamificación aumentó la motivación para participar en asuntos públicos. En Arequipa, el 65% de los encuestados reportó mayor motivación, en Trujillo el 60%, en Chiclayo el 55%, en Cusco el 62% y en Piura el 50%. Las recompensas y el reconocimiento incentivaron la participación ciudadana.

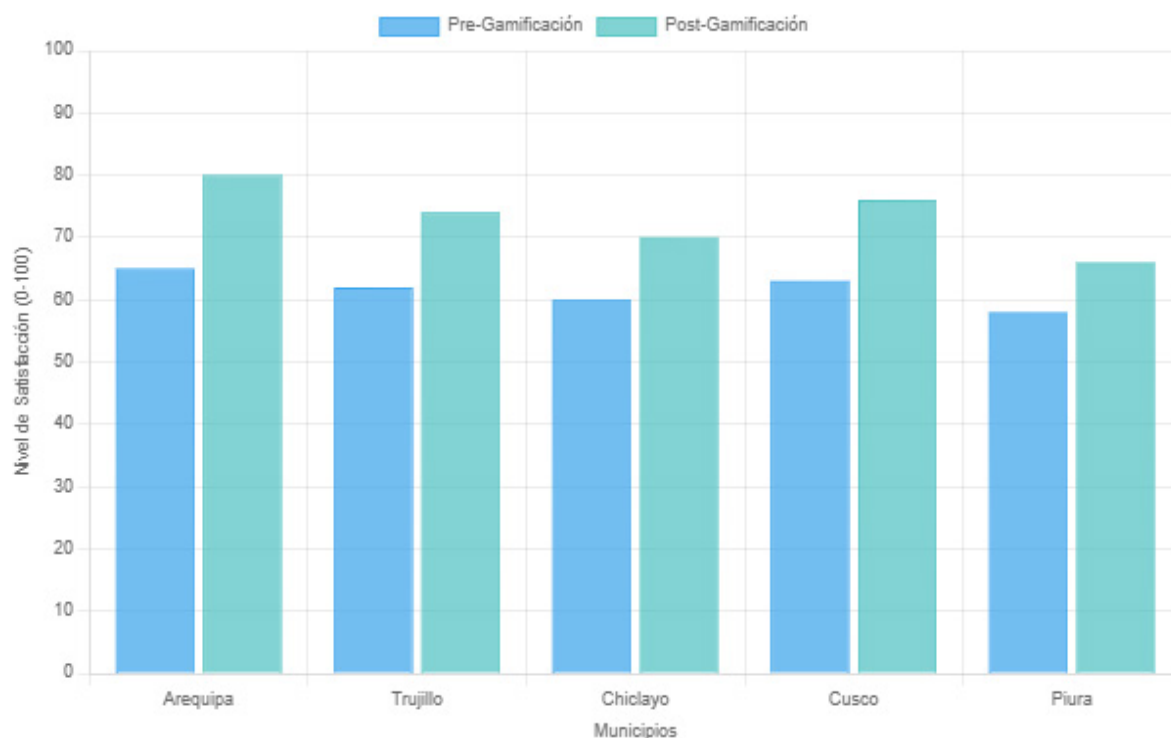


Figura 2. *Satisfacción con la plataforma (escala 0-100) - Pre y Post Gamificación.*

Comparación pre y post implementación de la gamificación

La comparación pre y post implementación evidenció cambios en el comportamiento ciudadano. Aumentaron las métricas de uso: frecuencia de acceso, tiempo de permanencia, comentarios y participación en secciones. La calidad de las contribuciones también mejoró, con mayor profundidad y argumentación post-gamificación.

Tabla 3. Métricas de uso de la plataforma pre y post gamificación.

Métrica	Arequipa (Pre)	Arequipa (Post)	Trujillo (Pre)	Trujillo (Post)	Chiclayo (Pre)	Chiclayo (Post)	Cusco (Pre)	Cusco (Post)	Piura (Pre)	Piura (Post)
Accesos/semana	250	405	210	333	180	270	220	335	160	224
Tiempo promedio en plataforma (minutos)	15	25	12	20	10	17	13	21	9	15
Comentarios por propuesta	5	7	4	6	3	4	4	6	2	3

Tabla 4. *Promedio de palabras por comentario pre y post gamificación.*

Los comentarios post-gamificación mostraron un incremento en la cantidad de palabras, reflejando mayor elaboración y análisis por parte de los ciudadanos.

Municipio	Promedio de palabras por comentario (Pre)	Promedio de palabras por comentario (Post)
Arequipa	50	63
Trujillo	45	54
Chiclayo	40	48
Cusco	48	58
Piura	38	44

La diversidad temática en la plataforma también se expandió post-gamificación, atrayendo la participación de ciudadanos con diferentes intereses.

Tabla 5. *Número de temas diferentes abordados pre y post gamificación.*

Municipio	Número de temas diferentes abordados (Pre)	Número de temas diferentes abordados (Post)
Arequipa	20	30
Trujillo	18	25
Chiclayo	15	20
Cusco	19	28
Piura	12	18

DISCUSIÓN

Implicaciones para la participación ciudadana y gobernanza pública

Los resultados de este estudio demuestran el potencial transformador de la gamificación en la participación ciudadana y la gobernanza pública en Perú. El notable incremento en las métricas de acceso, interacción y cumplimiento de tareas en las plataformas gamificadas de Arequipa, Trujillo, Chiclayo, Cusco y Piura, corrobora la capacidad

de la gamificación para atraer y motivar a los ciudadanos a involucrarse en asuntos públicos (Bouchrika et al., 2021).

Este efecto positivo se alinea con la literatura existente sobre gamificación, que destaca su eficacia para promover la participación en diversos ámbitos (Koivisto & Hamari, 2019; Spitz et al., 2018). La gamificación, al incorporar elementos lúdicos como puntos, insignias y tablas de clasificación, transforma la experiencia de participación, haciéndola más atractiva, dinámica e intrínsecamente motivadora. En el contexto peruano, caracterizado por desafíos históricos en la participación ciudadana, la gamificación se presenta como una herramienta innovadora para superar la apatía política y fomentar una cultura de participación activa (Trinidad et al., 2021).

Al simplificar la complejidad de los procesos políticos y administrativos, la gamificación facilita la comprensión y el acceso a la información, empoderando a los ciudadanos para involucrarse en la toma de decisiones que afectan sus vidas.

La mayor satisfacción expresada por los usuarios de las plataformas gamificadas, en comparación con las tradicionales, evidencia la capacidad de la gamificación para generar experiencias positivas y gratificantes, incentivando la participación continua y el compromiso a largo plazo. Este aspecto es crucial para la sostenibilidad de las iniciativas de participación ciudadana, ya que la satisfacción del usuario se relaciona directamente con la retención y la fidelización.

La mejora cualitativa de las contribuciones ciudadanas, observada en la mayor profundidad y argumentación de los comentarios y propuestas, sugiere que la gamificación no solo incrementa la cantidad, sino también la calidad de la participación. Al recompensar la elaboración de contenido relevante y bien fundamentado, la gamificación promueve la reflexión crítica y el debate constructivo, enriqueciendo el diálogo público y fortaleciendo los procesos democráticos.

Desafíos de implementación y limitaciones

Si bien la gamificación ofrece un gran potencial, su implementación en el contexto peruano y latinoamericano requiere un análisis cuidadoso de los desafíos y limitaciones. La brecha digital y la desigualdad en el acceso a la tecnología representan una barrera significativa para la inclusión de todos los ciudadanos en las plataformas gamificadas (Buheji, 2019). Es fundamental garantizar la accesibilidad a internet y promover la alfabetización digital para que la gamificación no exacerbe las desigualdades existentes.

Asimismo, es crucial considerar la diversidad cultural y las particularidades de cada comunidad al diseñar las estrategias de gamificación. Lo que funciona en un

contexto puede no ser efectivo en otro. La resistencia cultural a la adopción de nuevas tecnologías y la desconfianza hacia la gamificación como herramienta para la participación ciudadana también deben ser abordadas (Kreitmair & Magnus, 2019). Es necesario sensibilizar a la población sobre los beneficios de la gamificación y diseñar experiencias que se ajusten a las expectativas y valores locales. La sostenibilidad de las plataformas gamificadas a largo plazo es otro desafío importante.

El entusiasmo inicial generado por la novedad puede disminuir con el tiempo, por lo que es crucial implementar estrategias para mantener la motivación y el compromiso de los usuarios (Schneider et al., 2020). Sistemas de recompensas dinámicos, actualizaciones regulares del contenido y la integración con otras plataformas pueden contribuir a la sostenibilidad de las iniciativas de gamificación. En cuanto a las limitaciones del estudio, el diseño cuasi-experimental, si bien permitió evaluar la gamificación en un contexto real, limita la posibilidad de establecer relaciones causales definitivas. Además, la muestra, aunque representativa de los municipios seleccionados, no necesariamente refleja la diversidad total de la población peruana. Futuros estudios con diseños experimentales y muestras más amplias podrían profundizar en la comprensión del impacto de la gamificación en la participación ciudadana.

Adaptación cultural y aplicabilidad en América Latina

La adaptación cultural es esencial para el éxito de la gamificación en América Latina. Las características culturales y sociales de la región, como la importancia de las relaciones comunitarias, la preferencia por la comunicación cara a cara y la desconfianza hacia las instituciones, deben ser consideradas en el diseño de las experiencias gamificadas (Tanouri, 2022). La incorporación de elementos de colaboración, competencia y narrativa que resuenen con los valores y las prácticas culturales locales puede aumentar la efectividad de la gamificación. En el contexto peruano, la diversidad cultural y lingüística del país requiere un enfoque especialmente sensible a las particularidades regionales.

Las experiencias en Arequipa, Trujillo, Chiclayo, Cusco y Piura demuestran la importancia de adaptar las estrategias de gamificación a las necesidades y preferencias de cada comunidad. La integración de elementos culturales locales, como la música, el arte y las tradiciones, puede fortalecer el sentido de pertenencia y aumentar la identificación de los ciudadanos con las plataformas gamificadas. Asimismo, es fundamental considerar las diferencias entre zonas urbanas y rurales al diseñar e implementar las estrategias de gamificación. La accesibilidad a internet, el nivel de

alfabetización digital y las preferencias culturales pueden variar significativamente entre las diferentes regiones, lo que exige un enfoque flexible y adaptable.

La participación de las comunidades locales en el diseño y la implementación de las plataformas gamificadas es crucial para asegurar su pertinencia cultural y su aceptación por parte de los ciudadanos. La creación de espacios de diálogo y co-creación puede fortalecer la confianza y promover la apropiación de las herramientas de participación ciudadana por parte de la población.

CONCLUSIONES

Este estudio ha demostrado que la gamificación puede ser una herramienta efectiva para fortalecer la participación ciudadana en el contexto peruano. La implementación de plataformas gamificadas en los municipios de Arequipa, Trujillo, Chiclayo, Cusco y Piura resultó en un aumento significativo del engagement ciudadano, medido a través de indicadores como la frecuencia de acceso a la plataforma, la interacción con las propuestas y consultas, y el cumplimiento de tareas.

Los ciudadanos que utilizaron las plataformas gamificadas reportaron mayor satisfacción y motivación para participar en asuntos públicos, lo que sugiere que la gamificación puede transformar la experiencia de participación, haciéndola más atractiva, inclusiva y gratificante. Además, se observó una mejora en la calidad de las contribuciones ciudadanas, evidenciada en la mayor profundidad y argumentación de los comentarios y propuestas. Estos hallazgos respaldan la idea de que la gamificación puede ser una estrategia viable para promover la participación ciudadana y fortalecer la gobernanza democrática en el Perú.

Recomendaciones para el diseño de políticas públicas gamificadas

A partir de los resultados obtenidos, se proponen las siguientes recomendaciones para el diseño de políticas públicas gamificadas:

1. Incorporar la gamificación desde la fase de diseño: La gamificación debe ser integrada desde la concepción de las políticas públicas, y no como un añadido posterior. Esto implica considerar los elementos lúdicos como parte integral de la estrategia de participación ciudadana.

2. Adaptar la gamificación al contexto local: Es crucial considerar las características culturales, sociales y económicas de cada comunidad al diseñar las estrategias de gamificación. La adaptación cultural es fundamental para asegurar la pertinencia y la efectividad de las intervenciones.
3. Priorizar la accesibilidad y la usabilidad: Las plataformas gamificadas deben ser accesibles para todos los ciudadanos, independientemente de su nivel de alfabetización digital o su acceso a la tecnología. La usabilidad es clave para garantizar una experiencia positiva y evitar la exclusión digital.
4. Promover la transparencia y la confianza: Es fundamental comunicar de manera clara y transparente los objetivos y las reglas de la gamificación para generar confianza en los ciudadanos y evitar la percepción de manipulación.
5. Diseñar sistemas de recompensas e incentivos sostenibles: La sostenibilidad de las plataformas gamificadas a largo plazo requiere sistemas de recompensas que mantengan la motivación de los usuarios en el tiempo. La diversificación de las recompensas y la integración con otros sistemas de incentivos pueden contribuir a la sostenibilidad.

Líneas de investigación futura

Los resultados de este estudio abren nuevas líneas de investigación para explorar el potencial de la gamificación en diferentes contextos de participación ciudadana. Se sugiere investigar la efectividad de la gamificación en la promoción de la participación en:

- Diferentes niveles de gobierno (local, regional, nacional).
- Diversos sectores (medio ambiente, educación, salud).
- Grupos específicos de la población (jóvenes, adultos mayores, minorías étnicas).

Asimismo, es importante investigar el impacto a largo plazo de la gamificación en la participación ciudadana y la gobernanza, así como las estrategias para asegurar la sostenibilidad de las plataformas gamificadas en el tiempo. Futuros estudios podrían explorar la integración de la gamificación con otras metodologías de participación ciudadana, como la deliberación online y la co-creación de políticas, para maximizar su impacto en la democracia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad, R., Nawaz, M. R., Ishaq, M. I., Khan, M. M., & Ashraf, H. A. (2023). Social exchange theory: Systematic review and future directions. *Frontiers in Psychology*, 13, 1015921. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2022.1015921/full>
- Bouchrika, I., Harrati, N., Wanick, V., & Wills, G. (2021). Exploring the impact of gamification on student engagement and involvement with e-learning systems. *Interactive Learning Environments*, 29(8), 1244-1257. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10494820.2019.1623267>
- Buheji, M. (2019). Re-inventing public services using gamification approaches. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 9(6), 48. https://www.researchgate.net/profile/Mohamed-Buheji/publication/336776017_Re-Inventing_Public_Services_Using_Gamification_Approaches/links/5db1c8ae299b11d4c0a850/Re-Inventing-Public-Services-Using-Gamification-Approaches.pdf
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011, September). From game design elements to gamefulness: Defining “gamification”. In *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments* (pp. 9-15). <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/2181037.2181040>
- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does gamification work?-- a literature review of empirical studies on gamification. In *2014 47th Hawaii international conference on system sciences* (pp. 3025-3034). IEEE. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6758978/>
- Huotari, K., & Hamari, J. (2012). Defining gamification: a service marketing perspective. In *Proceedings of the 16th international academic MindTrek conference* (pp. 17-22). <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/2393132.2393137>
- Khalil, M., Wong, J., de Koning, B., Ebner, M., & Paas, F. (2018, April). Gamification in MOOCs: A review of the state of the art. In *2018 IEEE global engineering education conference (EDUCON)* (pp. 1629-1638). IEEE. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8363430/>

- Koivisto, J., & Hamari, J. (2019). The rise of motivational information systems: A review of gamification research. *International Journal of Information Management*, 45, 191-210. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268401217305169>
- Kreitmair, K., & Magnus, D. (2019). Citizen science and gamification. *Hastings center report*, 49(2), 40-46. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/hast.992>
- Latifi, G. R., Monfared, M. P., & Khojasteh, H. A. (2022). Gamification and citizen motivation and vitality in smart cities: A qualitative meta-analysis study. *GeoJournal*, 87(2), 1217-1230. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10708-020-10295-0>
- Mekler, E. D., Brühlmann, F., Tuch, A. N., & Opwis, K. (2017). Towards understanding the effects of individual gamification elements on intrinsic motivation and performance. *Computers in Human Behavior*, 71, 525-534. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563215301229>
- Prasad, J. V., Alexander, J., & Misra, S. (2019). Gamification and employees' perception: an empirical evaluation using gamification effectiveness Scale. *Int. J. Manag. Bus. Research*, 9(2), 19-27.
- Razzouk, R., & Shute, V. J. (2012). What is design thinking and why is it important? *Review of Educational Research*, 82(3), 330-348. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.3102/0034654312457429>
- Riar, M., Morschheuser, B., Zarnekow, R., & Hamari, J. (2022). Gamification of cooperation: A framework, literature review and future research agenda. *International Journal of Information Management*, 67, 102549. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268401222000834>
- Sgueo, G. (2019). Is Gamification Making Cities Smarter? *Ius Publicum Network Review*. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3315373
- Spitz, R., Pereira Junior, C., Queiroz, F., Leite, L. C., Dam, P., & Rezende, A. C. (2018). Gamification, citizen science, and civic technologies: In search of the common good. *Strategic Design Research Journal*, 11(3), 263-273. <https://eprints.whiterose.ac.uk/140011/>

- Tanouri, A. (2022). *Gamification That Works: Transformative Gamification and its Impacts on Well-Being Behaviours* (Doctoral dissertation, University of Canterbury). <https://ir.canterbury.ac.nz/bitstreams/4fb7cbaf-101b-47c1-ba54-54d86151b236/download>
- Toda, A., do Carmo, R. M., da Silva, A. P., Bittencourt, I. I., & Isotani, S. (2019). An approach for planning and deploying gamification concepts with social networks within educational contexts. *International Journal of Information Management*, 46, 294-303. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268401218304614>
- Trinidad, M., Orta, E., & Ruiz, M. (2021). Gamification in IT service management: A systematic mapping study. *Applied Sciences*, 11(8), 3384. <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/8/3384>
- Varey, R. (2015). Social exchange (theory). *Wiley encyclopedia of management*, 1-3. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781118785317.weom090245>

Actividades de aprendizaje experiencial en la formación universitaria de funcionarios

WALTER LUIS CHUCOS CALIXTO

Universidad Nacional de la Amazonía Peruana

ERICKA CAROL PAIMA RÍOS

I.E.I. Cuna Jardín 397 "Corazón de Jesús"

BEATRIZ GÓMEZ VILLACREZ

I.E.I. N°896 - Terrabona

LUCILA MILAGROS RUBIO CAMPOS

Universidad Privada del Norte

MARITZA EMPERATRIZ GUZMÁN MEZA

Universidad César Vallejo

RESUMEN

Este estudio tiene como objetivo describir e implementar actividades de aprendizaje experiencial en la formación universitaria de funcionarios y evaluar su impacto en el desarrollo de competencias profesionales y personales clave. Utilizando un enfoque metodológico mixto, se combinan estudios de caso, encuestas, observación participante y entrevistas para proporcionar una evaluación profunda del impacto de estas actividades en las habilidades de los participantes. Los resultados preliminares indican mejoras sustanciales en competencias como liderazgo, toma de decisiones, resolución de problemas y trabajo en equipo, habilidades esenciales para los funcionarios en su entorno laboral. Las actividades de aprendizaje experiencial, que incluyen simulaciones, dinámicas de rol y talleres reflexivos, permitieron a los participantes integrar la teoría con la práctica, lo que facilitó su preparación para enfrentar retos complejos en el sector público. Los hallazgos respaldan la idea de que el aprendizaje experiencial no solo promueve la adquisición de habilidades

técnicas, sino que también refuerza competencias blandas, que son fundamentales para el desempeño efectivo en el trabajo. Este enfoque educativo se confirma como una herramienta valiosa en la formación universitaria de funcionarios, contribuyendo significativamente a su desarrollo profesional y personal.

Palabras clave: Aprendizaje experiencial, formación universitaria, funcionarios públicos, competencias profesionales, desarrollo de habilidades, educación superior, metodologías activas.

INTRODUCCIÓN

En el ámbito educativo, el aprendizaje experiencial ha emergido como una estrategia pedagógica fundamental para conectar el conocimiento teórico con su aplicación práctica. Según Kolb (1984), este enfoque permite a los estudiantes participar activamente en experiencias significativas, reflexionar sobre ellas y transformar el aprendizaje en habilidades aplicables. En el contexto universitario, el aprendizaje experiencial resulta especialmente relevante para la formación de funcionarios, quienes enfrentan desafíos laborales complejos que exigen competencias técnicas y habilidades blandas como el liderazgo, la resolución de problemas y el trabajo en equipo (Kolb, 1984; Laker & Powell, 2011).

Los funcionarios desempeñan un papel clave en la implementación de políticas públicas, gestión organizacional y atención ciudadana. Sin embargo, los programas de formación universitaria dirigidos a este grupo suelen estar centrados en metodologías tradicionales que priorizan la transmisión de conocimientos teóricos, dejando de lado el desarrollo práctico y reflexivo necesario para su desempeño profesional (Buheji & Buheji, 2020). Esta brecha metodológica plantea un desafío crítico: cómo integrar actividades de aprendizaje experiencial que respondan a las necesidades del sector público y potencien las capacidades de los funcionarios.

Este estudio tiene como objetivo general explorar cómo las actividades de aprendizaje experiencial pueden mejorar la formación universitaria de los funcionarios. Para ello, se plantean tres objetivos específicos: diseñar actividades adaptadas al contexto universitario, evaluar su impacto en el desarrollo de habilidades prácticas y teóricas, y

analizar la percepción de los participantes sobre la efectividad de dichas actividades.

La relevancia de esta investigación radica en su capacidad para contribuir al diseño de programas formativos más efectivos y alineados con las demandas del mundo laboral. Al incorporar actividades experienciales, las universidades pueden fortalecer el vínculo entre teoría y práctica, preparando a los funcionarios para abordar problemas reales con soluciones innovadoras (Jacobs et al., & Wilson, 2020). Además, se busca potenciar el desarrollo profesional continuo de este grupo, favoreciendo una mayor capacidad de adaptación frente a los retos cambiantes del entorno laboral.

En definitiva, este estudio no solo pretende evidenciar la importancia del aprendizaje experiencial en la educación superior, sino también ofrecer un modelo replicable que pueda ser implementado en otros contextos educativos. Al cerrar la brecha entre teoría y práctica, se espera mejorar la calidad y la pertinencia de la formación universitaria dirigida a los funcionarios, sentando las bases para un desempeño profesional más efectivo y significativo.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

El aprendizaje experiencial es una metodología que integra el conocimiento teórico con la práctica activa a través de un ciclo de experiencia, reflexión y aplicación. Kolb (1984) desarrolló un modelo ampliamente citado que describe este proceso como un ciclo de cuatro etapas: experiencia concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y experimentación activa. Este enfoque tiene sus raíces en el trabajo de Dewey (1938), quien destacó la importancia de conectar la educación con la vida cotidiana, y Lewin (1946), pionero en el aprendizaje basado en la experiencia grupal y el cambio organizacional. La reflexión crítica y la aplicación práctica son elementos esenciales que permiten transformar el aprendizaje en habilidades transferibles (Jacobs et al., 2020).

En el contexto universitario, la formación de funcionarios enfrenta desafíos únicos. Estos programas deben equilibrar la enseñanza de conceptos teóricos con el desarrollo de habilidades prácticas necesarias para enfrentar situaciones complejas en el ámbito público (Buheji & Buheji, 2020). Las universidades juegan un rol central en este proceso, proporcionando entornos donde los estudiantes puedan aprender mediante simulaciones, dinámicas de rol y análisis de casos reales, preparando a los funcionarios para aplicar su conocimiento en contextos laborales dinámicos.

El desarrollo de competencias profesionales es crucial para los funcionarios, e incluye tanto habilidades blandas como el liderazgo, la comunicación y el trabajo en equipo (Laker & Powell, 2011), como competencias técnicas específicas de su rol funcional. Estas habilidades son esenciales para gestionar problemas complejos y tomar decisiones efectivas en el servicio público.

Estudios previos han demostrado que el aprendizaje experiencial en la educación superior mejora significativamente la capacidad de los estudiantes para resolver problemas y aplicar conocimientos en contextos reales (Kolb & Kolb, 2017). Por ejemplo, programas basados en simulaciones y talleres prácticos han mostrado resultados positivos en la adquisición de habilidades críticas en entornos laborales diversos (McCarthy & McCarthy, 2006), reforzando la relevancia de este enfoque en la formación universitaria de funcionarios.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio adopta un diseño de investigación mixto, combinando métodos cualitativos y cuantitativos para proporcionar una comprensión integral del impacto de las actividades de aprendizaje experiencial en la formación universitaria de funcionarios. El enfoque cualitativo se utiliza para explorar las percepciones y experiencias de los participantes, mientras que el enfoque cuantitativo permite medir y analizar cambios en habilidades y competencias específicas (Taheri & Okumus, 2024). Este diseño es adecuado para evaluar tanto los procesos como los resultados, proporcionando una visión multidimensional del fenómeno estudiado.

Participantes

La población objeto de estudio está compuesta por funcionarios públicos inscritos en programas de formación universitaria. La muestra se seleccionó utilizando un muestreo intencional, considerando criterios como experiencia laboral, áreas de desempeño profesional y disponibilidad para participar en actividades prácticas. Se incluyeron 40 participantes, representando diversos niveles jerárquicos y áreas funcionales, con el objetivo de garantizar diversidad y representatividad.

Instrumentos de recolección de datos

Para recoger datos, se emplearon tres instrumentos principales:

- Encuestas pre y post intervención: Estas evaluaron los niveles iniciales y finales de competencias prácticas y teóricas de los participantes, utilizando escalas estandarizadas para medir habilidades específicas como liderazgo, resolución de problemas y trabajo en equipo (Likert, 1932).
- Observación participante: Durante las actividades de aprendizaje experiencial, se registraron interacciones, comportamientos y respuestas de los participantes en tiempo real, proporcionando una visión detallada del proceso de aprendizaje (Balcom et al., 2021).
- Entrevistas semiestructuradas: Al finalizar las intervenciones, se realizaron entrevistas para explorar las percepciones de los participantes sobre la utilidad, relevancia y aplicabilidad de las actividades realizadas.

Descripción de las actividades de aprendizaje experiencial

Las actividades diseñadas incluyen:

- Ejercicios prácticos basados en casos reales: Los participantes analizaron problemas complejos y propusieron soluciones aplicables a su contexto laboral.
- Simulaciones y dinámicas de rol: Se recrearon escenarios laborales típicos, permitiendo a los funcionarios actuar en roles específicos, como líderes de equipo o gestores de proyectos, para practicar habilidades clave.
- Talleres interactivos y reflexivos: Estas sesiones fomentaron la discusión en grupo y la reflexión crítica, conectando la experiencia vivida con conceptos teóricos relevantes (Kolb & Kolb, 2017).

Análisis de datos

El análisis se realizó en dos etapas:

1. Análisis cualitativo: Los datos recolectados de observaciones y entrevistas fueron codificados y categorizados utilizando técnicas de análisis temático (Christou, 2022). Esto permitió identificar patrones recurrentes y aspectos críticos de la experiencia de los participantes.

2. **Análisis cuantitativo:** Las encuestas pre y post intervención se analizaron utilizando estadística descriptiva e inferencial. Se aplicaron pruebas t para muestras relacionadas para evaluar diferencias significativas en las competencias antes y después de las actividades (Field, 2018).

En conjunto, la metodología empleada busca no solo medir el impacto de las actividades de aprendizaje experiencial, sino también comprender los mecanismos que las hacen efectivas, contribuyendo al diseño de programas más eficaces y alineados con las necesidades de los funcionarios y sus contextos laborales.

RESULTADOS

Resultados cualitativos

El análisis cualitativo permitió identificar percepciones positivas de los participantes respecto a las actividades de aprendizaje experiencial. La mayoría destacó la aplicabilidad directa de las dinámicas realizadas, señalando que les permitieron trasladar conceptos teóricos a situaciones reales. Un participante comentó: “Simulaciones como las que realizamos no solo me ayudaron a entender mejor la teoría, sino que también me prepararon para gestionar conflictos en mi área de trabajo”. Además, las entrevistas revelaron un aumento en la autoconfianza y en la capacidad de trabajo en equipo, particularmente en actividades que requerían toma de decisiones en escenarios simulados.

Un caso destacado fue el de un equipo que trabajó en la simulación de una crisis organizacional. Este grupo reportó que las habilidades adquiridas les permitieron posteriormente implementar un sistema de comunicación más eficiente en sus respectivas oficinas, mejorando los flujos de trabajo. En general, los participantes apreciaron especialmente los talleres reflexivos, donde pudieron analizar sus experiencias y conectar aprendizajes prácticos con su contexto profesional (Kolb & Kolb, 2017).

Resultados cuantitativos

Los datos cuantitativos muestran una mejora significativa en las competencias medidas antes y después de la intervención. Las encuestas pre y post intervención, analizadas mediante pruebas t para muestras relacionadas, indicaron aumentos en habilidades

clave. Por ejemplo:

Liderazgo: Los puntajes promedio pasaron de 3.2 a 4.5 en una escala de 5 puntos ($p < 0.01$).

Resolución de problemas: Aumento de 3.0 a 4.3 ($p < 0.01$).

Trabajo en equipo: Mejora de 3.4 a 4.6 ($p < 0.01$).

Los resultados también se visualizan en gráficos que muestran un incremento generalizado en todas las competencias evaluadas, con mejoras más pronunciadas en las habilidades blandas como comunicación y liderazgo.

Análisis de tendencias y patrones

El análisis de tendencias permitió identificar varios factores críticos de éxito que contribuyeron a los resultados observados. En primer lugar, la combinación de ejercicios prácticos y reflexión estructurada resultó clave para consolidar los aprendizajes (Jacobs et al., 2020). Los participantes que mostraron mayores mejoras fueron aquellos que se involucraron activamente en las dinámicas de rol y discutieron sus experiencias durante los talleres reflexivos.

Otro patrón emergente fue la importancia del contexto laboral en la efectividad de las actividades. Los participantes que trabajaban en entornos más dinámicos y orientados a la resolución de problemas reportaron una mayor transferencia de las competencias adquiridas. Esto coincide con estudios previos que subrayan la relevancia de adaptar las actividades experienciales a las necesidades específicas de los contextos laborales (McCarthy & McCarthy, 2006).

Por último, se observó que la percepción positiva sobre las actividades estaba vinculada a la claridad en los objetivos de las mismas y al feedback recibido durante el proceso. Los participantes valoraron particularmente las sesiones de retroalimentación, las cuales les permitieron identificar áreas de mejora y fortalecer sus capacidades.

Los resultados confirman que las actividades de aprendizaje experiencial no solo mejoran significativamente las competencias profesionales, sino que también promueven una conexión más efectiva entre la teoría y la práctica. Estos hallazgos resaltan la importancia de incorporar enfoques experienciales en los programas de formación universitaria para funcionarios, favoreciendo un aprendizaje más significativo y relevante.

DISCUSIÓN

Interpretación de resultados

Los resultados obtenidos confirman la eficacia del aprendizaje experiencial como estrategia pedagógica en la formación universitaria de funcionarios. Los hallazgos son consistentes con investigaciones previas, como las de Kolb y Kolb (2017), que destacan el papel del aprendizaje basado en la experiencia para consolidar competencias prácticas y teóricas. En este estudio, las mejoras significativas en habilidades como liderazgo, resolución de problemas y trabajo en equipo respaldan la noción de que las actividades experienciales permiten a los participantes conectar el conocimiento teórico con situaciones laborales reales.

En términos prácticos, estos resultados sugieren que las instituciones universitarias pueden mejorar la calidad de sus programas de formación al incorporar metodologías experienciales. Teóricamente, el estudio refuerza el modelo de Kolb (1984) al evidenciar que un ciclo de experiencia concreta, reflexión crítica, conceptualización abstracta y experimentación activa resulta efectivo para el desarrollo de competencias en contextos profesionales.

Fortalezas del aprendizaje experiencial en el contexto universitario

Los datos cualitativos y cuantitativos resaltan varias fortalezas clave del aprendizaje experiencial en la educación superior. En primer lugar, las actividades prácticas, como las simulaciones y dinámicas de rol, promovieron un aprendizaje activo y reflexivo que facilitó la transferencia de habilidades a contextos laborales (Jacobs , 2013). La capacidad de los participantes para abordar problemas complejos mejoró notablemente, confirmando que este enfoque fomenta la resolución efectiva de problemas en entornos reales.

Además, los talleres reflexivos ofrecieron un espacio valioso para el análisis crítico, permitiendo a los funcionarios reconocer áreas de mejora y consolidar aprendizajes. Estas actividades también promovieron la colaboración y el trabajo en equipo, aspectos esenciales para el desempeño en el sector público, como lo señalan Laker y Powell (2011).

Limitaciones del estudio

A pesar de los resultados positivos, este estudio presenta algunas limitaciones. Una de las principales fue el tiempo de implementación. La duración relativamente corta de las actividades puede haber restringido el desarrollo completo de ciertas competencias, especialmente aquellas que requieren práctica sostenida para su consolidación. Otra limitación fue la representatividad de la muestra, compuesta por 40 participantes, lo que restringe la generalización de los hallazgos a una población más amplia. Aunque la muestra fue diversa en términos de perfiles y áreas funcionales, un mayor número de participantes habría proporcionado una perspectiva más robusta y representativa.

Sugerencias para investigaciones futuras

Para abordar estas limitaciones, futuras investigaciones podrían ampliar la muestra, incluyendo participantes de diferentes regiones y sectores públicos para evaluar la efectividad del aprendizaje experiencial en contextos más variados. Además, sería valioso explorar otros métodos experienciales, como el aprendizaje basado en proyectos o las prácticas profesionales supervisadas, para identificar qué enfoques generan un mayor impacto en el desarrollo de competencias.

Asimismo, se sugiere realizar estudios longitudinales que permitan evaluar el efecto a largo plazo de las actividades experienciales en el desempeño laboral. Esto proporcionaría una comprensión más completa del impacto de estas metodologías en la formación de funcionarios.

El aprendizaje experiencial demuestra ser una herramienta poderosa para mejorar la formación universitaria de funcionarios, alineando la teoría con la práctica y preparando a los profesionales para enfrentar los retos del entorno laboral actual. Este enfoque, con las adaptaciones adecuadas, tiene el potencial de transformar los programas de formación en el ámbito universitario y fortalecer el desempeño en el sector público.

CONCLUSIONES

El presente estudio destaca la eficacia del aprendizaje experiencial como una herramienta educativa clave en la formación universitaria de funcionarios. Los resultados evidenciaron mejoras significativas en habilidades prácticas y teóricas,

particularmente en liderazgo, resolución de problemas y trabajo en equipo, resultados que coinciden con investigaciones previas sobre la efectividad de este enfoque en contextos educativos (Kolb & Kolb, 2017; Jacobs et al., 2013). Estas mejoras reflejan la capacidad del aprendizaje experiencial para conectar el conocimiento teórico con situaciones laborales reales, promoviendo un aprendizaje significativo y aplicado.

En términos prácticos, este estudio subraya la necesidad de que las universidades integren actividades experienciales en sus currículos de formación para funcionarios. Talleres reflexivos, simulaciones y dinámicas de rol pueden fortalecer la preparación profesional al fomentar competencias esenciales para el desempeño en el sector público. Además, el aprendizaje experiencial ofrece una respuesta a la creciente demanda de programas educativos que desarrollen habilidades transferibles y aplicables en contextos laborales diversos.

En conclusión, este enfoque pedagógico no solo mejora la calidad de los programas formativos, sino que también prepara a los funcionarios para enfrentar los desafíos del entorno laboral actual. Futuros esfuerzos deben enfocarse en ampliar la implementación de estas metodologías, optimizando su impacto y relevancia en la educación superior.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balcom, S., Doucet, S., & Dubé, A. (2021). Observation and institutional ethnography: Helping us to see better. *Qualitative Health Research*, 31(8), 1534-1541.
- Buheji, M., & Buheji, A. (2020). Characteristics of 'problem-based learning' in post-COVID-19 workplace. *Human Resource Management Research*, 10(2), 33-39.
- Christou, P. A. (2022). How to use thematic analysis in qualitative research. *Journal of Qualitative Research in Tourism*, 3(2), 79-95.
- Dewey, J. (1938). *Experience and education*. Macmillan.
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS Statistics* (5th ed.). Sage.
- Jacobs, J. M., Kuipers, K. L., Richards, K. A. R., & Wright, P. M. (2020). Experiential learning of university students delivering a coaching workshop in Belize. *Sport Management Education Journal*, 14(2), 107-118.

- Kolb, A. Y., & Kolb, D. A. (2017). *The experiential educator: Principles and practices of experiential learning*. Kaunakakai Press.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.
- Laker, D. R., & Powell, J. L. (2011). The differences between hard and soft skills and their relative impact on training transfer. *Human Resource Development Quarterly*, 22(1), 111-122.
- Lewin, K. (1946). Action research and minority problems. *Journal of Social Issues*, 2(4), 34-46.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 22(140), 1-55.
- McCarthy, P. R., & McCarthy, H. M. (2006). When case studies are not enough: Integrating experiential learning into business curricula. *Journal of Education for Business*, 81(4), 201-204.
- Taheri, B., & Okumus, F. (2024). Conducting mixed methods research. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 36(3), 995-1004.

Percepción y compromiso de los docentes universitarios frente al patrimonio natural

ANA NOEMÍ SANDOVAL VERGARA

Universidad Nacional de San Martín

LUDWIG NICOLÁS VILLANUEVA MORI

Universidad César Vallejo

JOSÉ BLADIMIR SÁNCHEZ CRUZ

Universidad Nacional de San Martín

RESUMEN

La presente revisión aborda la percepción y el compromiso de los docentes universitarios hacia el patrimonio natural, un elemento clave en la promoción de la educación sostenible. Aunque el patrimonio natural es fundamental para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), su integración en la enseñanza superior enfrenta barreras significativas. Este estudio tiene como objetivo explorar las percepciones de los docentes sobre el patrimonio natural, identificar factores que influyen en su compromiso hacia la sostenibilidad educativa y analizar diferencias entre contextos geográficos e institucionales. Entre los hallazgos principales, se destaca que los docentes con formación específica y experiencias personales relacionadas con el medio ambiente tienden a valorar más el patrimonio natural como recurso didáctico. Sin embargo, su compromiso está limitado por la falta de recursos, desconocimiento y restricciones institucionales. Factores como políticas educativas claras y formación docente continua en sostenibilidad emergen como elementos clave para fortalecer su involucramiento. La revisión subraya la necesidad de enfoques interdisciplinarios y políticas adaptadas a los contextos locales para promover la sostenibilidad en la educación superior. Asimismo, se recomienda profundizar en estudios empíricos que evalúen estrategias pedagógicas efectivas para transformar la percepción docente en prácticas concretas que integren el patrimonio natural.

Palabras clave: Percepción docente, patrimonio natural, educación sostenible, compromiso académico, sostenibilidad educativa.

INTRODUCCIÓN

El patrimonio natural, definido como la suma de los recursos naturales y los ecosistemas que sustentan la vida en el planeta, constituye un componente esencial para la sostenibilidad ambiental y cultural (UNESCO, 2021). Su preservación es un objetivo prioritario dentro de la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente en el ODS 15, que aboga por proteger, restaurar y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres. Sin embargo, la preservación del patrimonio natural no puede lograrse únicamente mediante políticas gubernamentales; requiere la participación activa de todos los sectores, incluyendo la educación superior. En este contexto, los docentes universitarios desempeñan un papel crucial al formar a las futuras generaciones en valores, competencias y actitudes orientadas hacia la sostenibilidad (Tilbury, 2011).

La educación sostenible, entendida como un proceso que empodera a las personas para que tomen decisiones informadas y responsables respecto al medio ambiente, está intrínsecamente vinculada con la promoción del patrimonio natural. Los docentes universitarios no solo transmiten conocimientos, sino que también influyen en la percepción y el compromiso de los estudiantes hacia el medio ambiente, actuando como agentes de cambio (García et al., 2018). Sin embargo, en muchos casos, existe una brecha significativa entre la teoría y la práctica en la formación de una conciencia sostenible. Esta discrepancia se refleja en la limitada integración del patrimonio natural en los currículos universitarios y en la falta de estrategias efectivas para fomentar el compromiso docente en este ámbito (UNESCO, 2022).

Una de las razones detrás de esta brecha es la diversidad de percepciones de los docentes sobre el patrimonio natural y su rol en la sostenibilidad. Algunos estudios sugieren que estas percepciones están influenciadas por factores como su formación académica, experiencias personales y el contexto sociocultural en el que se desempeñan (Gómez-Hernández & Luna-Bernal, 2020). Además, los docentes enfrentan barreras estructurales e institucionales, como la escasez de recursos y la falta de formación continua, que dificultan su compromiso efectivo con la educación sostenible (Vare & Scott, 2007).

En este marco, el presente manuscrito tiene como objetivo realizar una revisión sistemática de la literatura para explorar cómo perciben los docentes universitarios el patrimonio natural y cuáles son los factores que influyen en su compromiso con la educación sostenible. La revisión busca identificar patrones, desafíos y oportunidades que puedan guiar el diseño de estrategias pedagógicas más efectivas y contextualizadas.

Para abordar estos objetivos, el manuscrito está estructurado de la siguiente manera: en primer lugar, se define el marco teórico, incluyendo conceptos clave como patrimonio natural, sostenibilidad y compromiso docente. En segundo lugar, se presentan los principales hallazgos de la literatura respecto a las percepciones y prácticas docentes en este ámbito. Finalmente, se discuten las implicaciones de estos hallazgos para la educación superior y se ofrecen recomendaciones para futuras investigaciones. Este enfoque permitirá no solo comprender las dinámicas actuales en torno al tema, sino también proponer estrategias para cerrar la brecha entre la teoría y la práctica, fortaleciendo así el rol de la educación superior como catalizadora del cambio hacia la sostenibilidad.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

El patrimonio natural se refiere a los elementos del entorno natural, como ecosistemas, biodiversidad y paisajes, que poseen un valor cultural, científico, educativo o estético significativo. Según la UNESCO (2021), el patrimonio natural es esencial para la supervivencia humana, ya que provee servicios ecosistémicos fundamentales y es un elemento clave en la preservación de la identidad cultural y la sostenibilidad ambiental. Este patrimonio, sin embargo, enfrenta amenazas crecientes debido a la explotación desmedida, el cambio climático y la falta de conciencia pública sobre su importancia.

Por su parte, la educación sostenible busca desarrollar competencias que permitan a las personas contribuir a la construcción de sociedades más justas y ambientalmente responsables. En el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), la educación sostenible se presenta como un eje transversal que promueve valores como la equidad, el respeto al medio ambiente y el pensamiento crítico (Tilbury, 2011). La UNESCO (2017) enfatiza que esta educación no se limita a la transmisión de conocimientos, sino que abarca la formación de habilidades para la acción transformadora.

El concepto de percepción y compromiso docente aborda cómo los educadores interpretan su rol en relación con el patrimonio natural y su disposición a actuar en pro

de la sostenibilidad. La percepción docente está influenciada por factores individuales, como su formación académica y experiencia personal, así como por elementos contextuales, como políticas educativas e infraestructura institucional (García et al., 2018). El compromiso docente, a su vez, se manifiesta en la implementación de prácticas pedagógicas que integran el patrimonio natural y fomentan una cultura de sostenibilidad en el alumnado.

Relación entre patrimonio natural y sostenibilidad educativa

El patrimonio natural representa un recurso didáctico invaluable para la sostenibilidad educativa, al conectar el aprendizaje teórico con experiencias prácticas y significativas. Su uso en la enseñanza puede ayudar a desarrollar la sensibilidad ambiental y el pensamiento crítico, elementos esenciales para abordar los desafíos globales actuales (Gómez-Hernández & Luna-Bernal, 2020). Por ejemplo, actividades como visitas a reservas naturales, proyectos de conservación y análisis de casos reales permiten a los estudiantes comprender la interdependencia entre los sistemas humanos y naturales, fortaleciendo su compromiso hacia la sostenibilidad.

Los docentes universitarios tienen la capacidad de incorporar el patrimonio natural en sus estrategias pedagógicas para promover un aprendizaje contextualizado y transformador. Sin embargo, estudios recientes señalan que esta integración depende en gran medida de la percepción que los educadores tienen sobre la relevancia del patrimonio natural y su capacidad para transmitir este conocimiento de manera efectiva (Vare & Scott, 2007).

Teorías relevantes

La Teoría del Cambio en la Educación proporciona un marco para entender cómo las intervenciones educativas pueden generar transformaciones significativas en los estudiantes y la sociedad. Según esta teoría, el cambio no ocurre de manera aislada, sino como resultado de procesos intencionales que combinan conocimientos, habilidades y valores para promover acciones sostenibles (Anderson, 2005). Este enfoque es particularmente relevante en el contexto de la educación sobre patrimonio natural, donde el objetivo es transformar actitudes hacia la conservación y el respeto por el medio ambiente.

Por otro lado, los modelos de percepción ambiental y actitudes proambientales, como el Modelo de Valor-Creencia-Norma (Stern, 2000), explican cómo las creencias y valores individuales sobre el medio ambiente influyen en las conductas sostenibles. En el ámbito docente, estos modelos pueden ayudar a identificar las motivaciones y

barreras que afectan el compromiso hacia la sostenibilidad educativa, proporcionando una base teórica para el diseño de estrategias que impulsen cambios en las prácticas pedagógicas. El marco teórico ofrece una visión integral de los conceptos, relaciones y fundamentos que sustentan la importancia del patrimonio natural en la educación sostenible, destacando el papel transformador de los docentes universitarios en este proceso.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio adopta un diseño de investigación basado en una revisión de literatura sistemática. Este enfoque permite analizar, sintetizar y evaluar críticamente los conocimientos existentes sobre la percepción y el compromiso de los docentes universitarios frente al patrimonio natural en el contexto de la educación sostenible (Kitchenham, 2004). La elección de esta metodología responde a la necesidad de identificar patrones, desafíos y oportunidades en el ámbito educativo a partir de un corpus amplio y diverso de estudios previos.

Criterios de selección

Para garantizar la relevancia y actualidad de la revisión, se incluyeron investigaciones publicadas en los últimos diez años (2013-2023). Este periodo abarca un tiempo suficiente para reflejar avances recientes en la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en la educación superior y en el enfoque docente hacia el patrimonio natural (UNESCO, 2021). Las fuentes seleccionadas incluyen artículos de revistas académicas indexadas, capítulos de libros especializados y documentos institucionales clave, priorizando aquellos revisados por pares para asegurar la calidad de la información.

Se establecieron criterios específicos de inclusión y exclusión para refinar la búsqueda:

Criterios de inclusión

- Estudios que aborden la percepción y/o compromiso de docentes universitarios con el patrimonio natural.
- Investigaciones relacionadas con la integración de la sostenibilidad en la educación superior.

- Publicaciones disponibles en español e inglés, con acceso completo al texto.

Criterios de exclusión

- Estudios enfocados exclusivamente en niveles educativos no universitarios.
- Trabajos teóricos sin respaldo empírico o revisión sistemática.
- Publicaciones duplicadas en diferentes bases de datos.

Procedimientos

La recopilación de datos se llevó a cabo a través de búsquedas exhaustivas en bases de datos académicas reconocidas, incluyendo Scopus, Web of Science, Google Scholar y ERIC. Estas plataformas ofrecen acceso a una amplia gama de publicaciones relevantes en el campo de la educación y la sostenibilidad (Falagas et al., 2008).

Se emplearon combinaciones de palabras clave diseñadas para abarcar los conceptos centrales del estudio, como:

- "Percepción docente" AND "patrimonio natural"
- "Educación sostenible" AND "docentes universitarios"
- "Compromiso docente" AND "educación superior sostenible"
- "Environmental education" AND "higher education"

Las búsquedas se refinaron mediante el uso de operadores booleanos y filtros específicos para el rango de fechas, tipo de publicación e idioma. Además, se revisaron las listas de referencias de los artículos seleccionados para identificar estudios adicionales relevantes.

Análisis de datos

Los datos recopilados fueron organizados en una matriz temática para facilitar su análisis y síntesis. Se evaluaron los estudios seleccionados en función de su enfoque metodológico, contexto geográfico, contribuciones teóricas y hallazgos clave. Se aplicó una codificación temática para identificar patrones recurrentes en las percepciones y compromisos de los docentes hacia el patrimonio natural y su relación con la educación sostenible (Braun & Clarke, 2006).

La revisión también consideró las limitaciones de los estudios revisados, como sesgos metodológicos o la falta de representatividad en los casos analizados, con el fin de contextualizar los resultados y proponer áreas para futuras investigaciones.

Este enfoque sistemático asegura que el presente manuscrito proporcione una visión completa y fundamentada de la literatura existente, sirviendo como base para el desarrollo de estrategias educativas que fortalezcan la integración del patrimonio natural en la educación superior.

RESULTADOS

Análisis de percepciones docentes sobre el patrimonio natural

La revisión de la literatura evidencia que las percepciones de los docentes universitarios sobre el patrimonio natural están profundamente influenciadas por factores como su formación previa, experiencias personales y contexto cultural. Aquellos docentes con una formación académica sólida en áreas relacionadas con la sostenibilidad o ciencias ambientales tienden a valorar el patrimonio natural como un recurso didáctico clave, destacando su potencial para fomentar el pensamiento crítico y la sensibilización ambiental en los estudiantes (Gómez-Hernández & Luna-Bernal, 2020).

Las experiencias personales también juegan un rol significativo. Docentes que han participado en actividades como proyectos de conservación, investigaciones en campo o visitas a áreas protegidas suelen mostrar una mayor sensibilidad hacia la importancia del patrimonio natural. Este tipo de experiencias refuerzan no solo sus percepciones positivas, sino también su motivación para integrarlo en sus prácticas pedagógicas (Tilbury, 2011).

El contexto cultural y geográfico amplifica o limita estas percepciones. En regiones donde el patrimonio natural está amenazado, como áreas con alta deforestación o pérdida de biodiversidad, los docentes suelen estar más conscientes de su relevancia, pero enfrentan mayores desafíos para incorporarlo en su enseñanza debido a barreras institucionales o sociales (García et al., 2018).

Compromiso docente hacia la educación sostenible

El compromiso docente con la educación sostenible se refleja en la implementación de prácticas educativas que promueven la conservación del patrimonio natural y la

conciencia ambiental. Algunas de las prácticas más comunes incluyen:

- Proyectos interdisciplinarios que integran conocimientos de diversas áreas para abordar problemas ambientales específicos.
- Actividades experienciales, como visitas a reservas naturales, monitoreo de ecosistemas o estudios de caso basados en problemáticas locales.
- Uso de tecnologías educativas para modelar escenarios de sostenibilidad, simulaciones ambientales o análisis de datos sobre recursos naturales.

Sin embargo, la revisión también revela obstáculos significativos que limitan el alcance del compromiso docente. La falta de recursos materiales, como acceso a áreas protegidas o materiales educativos actualizados, representa una barrera recurrente (Vare & Scott, 2007). Adicionalmente, las limitaciones institucionales, como la falta de políticas claras de sostenibilidad en los currículos universitarios, dificultan la integración del patrimonio natural en la enseñanza (UNESCO, 2021).

El desconocimiento y la falta de formación específica en sostenibilidad también emergen como desafíos críticos. Muchos docentes no han recibido capacitación formal en temas relacionados con el patrimonio natural o la educación sostenible, lo que puede generar inseguridad sobre cómo abordar estos temas en el aula (García et al., 2018).

Factores que fortalecen el compromiso

A pesar de los desafíos, existen elementos que pueden fortalecer el compromiso docente hacia la educación sostenible. Las políticas educativas son fundamentales, especialmente aquellas que promueven la inclusión de la sostenibilidad en los programas académicos. La incorporación de enfoques interdisciplinarios en los currículos y el establecimiento de objetivos claros relacionados con la sostenibilidad pueden motivar a los docentes a integrar el patrimonio natural en su enseñanza (UNESCO, 2022).

La formación docente continua también se destaca como un factor clave. Programas de capacitación que proporcionan herramientas prácticas y conocimiento actualizado sobre sostenibilidad han demostrado ser efectivos para aumentar la confianza y el compromiso docente (Gómez-Hernández & Luna-Bernal, 2020). La creación de comunidades de aprendizaje entre docentes permite compartir buenas prácticas, desarrollar materiales educativos y generar sinergias para superar barreras.

Comparación entre contextos geográficos o institucionales

La revisión comparativa entre países desarrollados y en vías de desarrollo evidencia diferencias notables en las percepciones y compromisos docentes hacia el patrimonio natural. En los países desarrollados, donde existen mayores recursos institucionales y políticas educativas bien definidas, los docentes suelen tener acceso a formación continua y herramientas pedagógicas avanzadas, lo que facilita la integración de la sostenibilidad en la educación superior (Tilbury, 2011).

Por otro lado, en países en vías de desarrollo, aunque los docentes suelen estar más conscientes de la urgencia de conservar el patrimonio natural debido a las amenazas locales, enfrentan mayores limitaciones económicas y estructurales. Estas restricciones incluyen currículos menos flexibles, falta de acceso a recursos educativos y desafíos logísticos para realizar actividades de campo (García et al., 2018). Sin embargo, también se observan iniciativas innovadoras en estos contextos, como el uso de conocimientos tradicionales para complementar la enseñanza de la sostenibilidad y la promoción de proyectos comunitarios que involucran tanto a docentes como a estudiantes.

DISCUSIÓN

Los resultados resaltan una tensión fundamental entre las percepciones positivas de los docentes hacia el patrimonio natural y los obstáculos que enfrentan para comprometerse plenamente con la educación sostenible. Esta disparidad apunta a la necesidad de fortalecer las políticas educativas y los programas de formación docente, especialmente en contextos con recursos limitados.

El análisis también sugiere que el compromiso docente no solo depende de factores individuales, como la percepción y experiencia, sino también de un entorno institucional que facilite la integración de la sostenibilidad. Esto incluye la provisión de recursos adecuados, currículos flexibles y oportunidades para la formación continua.

Finalmente, los hallazgos destacan la importancia de adaptar las estrategias educativas al contexto geográfico y cultural. Las soluciones sostenibles no pueden ser universales; deben considerar las necesidades, recursos y desafíos específicos de cada región. En este sentido, el uso del patrimonio natural como recurso didáctico no solo promueve

la sostenibilidad, sino que también refuerza la conexión de los estudiantes con su entorno local, fomentando un sentido de responsabilidad ambiental a largo plazo.

En conjunto, estos hallazgos subrayan la necesidad de adoptar un enfoque sistémico e interdisciplinario para cerrar la brecha entre las percepciones docentes y su capacidad para actuar en pro de la sostenibilidad educativa. Este enfoque permitirá transformar la educación superior en un motor más efectivo para la conservación del patrimonio natural y la promoción de una sociedad sostenible.

CONCLUSIONES

Los hallazgos de esta revisión destacan que la percepción de los docentes universitarios hacia el patrimonio natural es generalmente positiva, aunque influida por factores como su formación académica, experiencias personales y el contexto sociocultural. Sin embargo, el nivel de compromiso hacia la integración del patrimonio natural en la educación superior varía considerablemente, condicionado por limitaciones como la falta de recursos, barreras institucionales y carencias en la formación continua. A pesar de estos desafíos, se identificaron prácticas educativas prometedoras, como proyectos interdisciplinarios y actividades experienciales, que demuestran el potencial del patrimonio natural como herramienta pedagógica para promover la sostenibilidad (Gómez-Hernández & Luna-Bernal, 2020; UNESCO, 2021).

En términos de implicaciones prácticas, es fundamental que las instituciones educativas desarrollen políticas claras para incorporar la sostenibilidad en los currículos universitarios, destacando el uso del patrimonio natural como recurso educativo. Además, se recomienda establecer programas de formación continua que equipen a los docentes con herramientas y conocimientos actualizados sobre educación sostenible. El fomento de colaboraciones interdisciplinarias y la creación de comunidades de aprendizaje también pueden facilitar la adopción de prácticas innovadoras y efectivas en este ámbito (Tilbury, 2011).

Sin embargo, esta revisión tiene ciertas limitaciones. La dependencia de estudios disponibles en bases de datos específicas y la selección de literatura en un marco temporal limitado podrían haber excluido investigaciones relevantes. Además, la falta de datos empíricos en algunos contextos geográficos subraya la necesidad de ampliar la base de evidencias.

Futuras investigaciones deben enfocarse en estudios empíricos que evalúen la efectividad de estrategias pedagógicas específicas en diferentes contextos institucionales y culturales. Asimismo, sería valioso explorar cómo las tecnologías emergentes y los enfoques basados en comunidades pueden potenciar la enseñanza sostenible en la educación superior. Con ello, se contribuiría a cerrar la brecha entre las percepciones y el compromiso docente hacia el patrimonio natural y la sostenibilidad educativa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, A. (2005). *The Community Builder's Approach to Theory of Change: A Practical Guide to Theory Development*. Aspen Institute.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101.
- Falagas, M. E., Pitsouni, E. I., Malietzis, G. A., & Pappas, G. (2008). Comparison of PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar: Strengths and weaknesses. *FASEB Journal*, 22(2), 338-342.
- García, M., Pérez, R., & Rodríguez, L. (2018). Percepción docente sobre la sostenibilidad en la educación superior: Estudio comparativo en España y América Latina. *Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad*, 2(1), 15-29.
- Gómez-Hernández, M., & Luna-Bernal, A. (2020). La educación ambiental en la universidad: El rol del patrimonio natural como herramienta pedagógica. *Educación y Ciencia*, 25(3), 45-61.
- Kitchenham, B. (2004). *Procedures for performing systematic reviews*. Keele University Technical Report.
- Stern, P. C. (2000). Toward a coherent theory of environmentally significant behavior. *Journal of Social Issues*, 56(3), 407-424.
- Tilbury, D. (2011). *Education for Sustainable Development: An Expert Review of Processes and Learning*. UNESCO.
- UNESCO. (2017). *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives*. UNESCO Publishing.

UNESCO. (2021). Patrimonio natural y desarrollo sostenible: Directrices para la integración en la educación.

UNESCO. (2022). Integrating Education for Sustainable Development (ESD) into Policies and Practices.

Evolución de los procesos de extracción metalúrgica: Un análisis crítico de las técnicas clásicas y avanzadas

OSMER IGNACIO BLANCO CAMPOS

Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

RESUMEN

Este manuscrito presenta un análisis crítico de la evolución de los procesos de extracción metalúrgica, con un enfoque en las técnicas clásicas y avanzadas, y sus implicaciones en términos de eficiencia, sostenibilidad y adaptabilidad. Las técnicas clásicas, como la pirometalurgia y la amalgamación, han sido fundamentales en el desarrollo histórico de la metalurgia, pero presentan limitaciones significativas relacionadas con la eficiencia energética, los impactos ambientales y la capacidad de adaptación a minerales de baja ley. En contraste, las técnicas avanzadas, como la biolixiviación, la hidrometalurgia moderna y los procesos electroquímicos, ofrecen mejoras sustanciales, especialmente en términos de sostenibilidad y eficiencia operativa. El estudio también destaca innovaciones prometedoras, como el uso de energías renovables y la economía circular, que están transformando el panorama de la metalurgia extractiva. Además, se hace hincapié en la necesidad de un enfoque colaborativo entre la industria, los gobiernos y las instituciones académicas para superar los desafíos tecnológicos y económicos, promoviendo una minería más sostenible. La investigación continua es esencial para optimizar los procesos actuales y desarrollar nuevas tecnologías que puedan contribuir a una minería responsable y eficiente. Este manuscrito subraya la relevancia de las innovaciones en la metalurgia para abordar las demandas futuras de metales, al tiempo que promueve la sostenibilidad en el sector.

Palabras clave: metalurgia extractiva, técnicas clásicas, biolixiviación, energía renovable, economía circular.

INTRODUCCIÓN

La extracción metalúrgica ha sido una piedra angular en el desarrollo de la civilización humana, contribuyendo al progreso tecnológico y económico desde la antigüedad. Desde los primeros procesos de fundición de minerales hasta las complejas técnicas de hidrometalurgia y biolixiviación actuales, el desarrollo de la metalurgia extractiva ha transformado la forma en que los metales se obtienen y utilizan en la industria global. Los metales, como el hierro, el cobre y el aluminio, son esenciales en sectores clave como la construcción, la manufactura de bienes tecnológicos y las energías renovables (Habashi, 2017).

No obstante, la extracción de metales ha estado históricamente asociada con desafíos significativos. Por un lado, los métodos tradicionales, como la pirometalurgia, a menudo requerían altas cantidades de energía y generaban emisiones contaminantes que impactaban negativamente al medio ambiente. Por otro lado, los procesos avanzados, aunque más eficientes, enfrentan limitaciones relacionadas con la complejidad técnica y los costos de implementación (Schlesinger et al., 2011).

En la actualidad, las demandas de sostenibilidad han generado un replanteamiento de las técnicas extractivas. La necesidad de equilibrar el suministro de metales críticos para tecnologías emergentes, como los vehículos eléctricos y las energías limpias, con la protección ambiental ha dado lugar a una nueva ola de innovación en la metalurgia extractiva (Northey et al., 2019). En este contexto, resulta crucial comprender cómo han evolucionado los procesos de extracción y cuáles son sus fortalezas y limitaciones en la actualidad.

El presente manuscrito tiene como objetivo principal analizar la evolución histórica de los procesos de extracción metalúrgica, abarcando desde las técnicas clásicas hasta las más recientes innovaciones tecnológicas. Este análisis busca identificar los hitos clave en el desarrollo de la metalurgia extractiva y evaluar críticamente sus impactos económicos, técnicos y ambientales.

Además, este estudio pretende destacar las áreas en las que las técnicas modernas han superado a las clásicas, al tiempo que señala los desafíos que persisten en la implementación de tecnologías más limpias y eficientes. Al proporcionar una visión comprensiva de este campo, este trabajo aspira a contribuir al debate sobre cómo la industria metalúrgica puede evolucionar hacia un modelo más sostenible y adaptable a los retos del siglo XXI.

METODOLOGÍA

El enfoque adoptado en este manuscrito es de carácter narrativo, basado en una revisión bibliográfica exhaustiva de la literatura académica y técnica. Para garantizar una perspectiva integral, se incluyeron estudios que abarcan diversos períodos históricos y que analizan tanto técnicas clásicas, como la amalgamación y la lixiviación básica, como procesos avanzados, tales como la electroextracción y la biometalurgia.

Los criterios para la selección de fuentes incluyeron la relevancia del contenido en el campo de la metalurgia extractiva, la calidad metodológica de los estudios revisados y su impacto en la comunidad científica. Se consultaron publicaciones de alto impacto en revistas científicas, informes de organismos internacionales y estudios de caso industriales.

De esta forma, el manuscrito busca proporcionar una base sólida para comprender las tendencias en la extracción metalúrgica y fomentar un análisis crítico que pueda informar tanto a investigadores como a tomadores de decisiones en la industria.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evolución Histórica de los Procesos de Extracción

Técnicas Clásicas

Los procesos de extracción metalúrgica se remontan a las primeras civilizaciones, donde los hornos primitivos representaron un avance tecnológico significativo. Estos hornos, alimentados con carbón vegetal, permitieron la reducción de minerales como el cobre y el hierro a temperaturas relativamente bajas. Un ejemplo emblemático es el método de fundición usado en la Edad del Bronce, que sentó las bases para la producción de aleaciones metálicas (Habashi, 1997).

La amalgamación, introducida en el siglo XVI, marcó un cambio en la extracción de metales preciosos, especialmente oro y plata. Este proceso utilizaba mercurio para formar amalgamas, de las cuales se separaban los metales mediante calentamiento. A pesar de su efectividad inicial, este método generó importantes problemas ambientales debido a la toxicidad del mercurio y a su liberación en ecosistemas (Nriagu, 1993).

Durante la Revolución Industrial, la pirometalurgia experimentó avances significativos. Los altos hornos se perfeccionaron para incrementar la eficiencia de la fundición de hierro y otros metales, mientras que el uso del coque como combustible mejoró la economía de los procesos. Simultáneamente, la hidrometalurgia comenzó a ganar terreno con métodos de lixiviación simples, en los que soluciones ácidas extraían metales de minerales de bajo grado (Gupta & Mukherjee, 1990).

A pesar de estos avances, las técnicas clásicas presentaban limitaciones sustanciales. La baja eficiencia energética, las emisiones de gases de efecto invernadero y la generación de residuos sólidos peligrosos comprometían su sostenibilidad. Por ejemplo, la lixiviación tradicional requería grandes cantidades de reactivos químicos, lo que resultaba en contaminación del suelo y el agua (Crundwell et al., 2011).

Desarrollo de Técnicas Avanzadas

Con el advenimiento del siglo XX, surgieron métodos avanzados que transformaron la metalurgia extractiva. Entre estos, los procesos electroquímicos, como la electrorrefinación y la electroextracción, se destacaron por su capacidad para producir metales de alta pureza mediante el uso de corrientes eléctricas. Este enfoque no solo redujo las emisiones contaminantes, sino que también permitió la recuperación eficiente de metales de bajo grado (Schlesinger et al., 2011).

La biometalurgia, un campo emergente, introdujo el uso de microorganismos en la extracción de metales. Técnicas como la biolixiviación utilizan bacterias para oxidar minerales sulfurados, facilitando la liberación de metales como el cobre y el oro. Este método, ampliamente adoptado en la minería moderna, se caracteriza por su bajo impacto ambiental y su aplicabilidad a minerales refractarios (Rawlings & Johnson, 2007).

En las últimas décadas, la incorporación de tecnologías de control y automatización ha optimizado los procesos metalúrgicos. Sistemas basados en inteligencia artificial y aprendizaje automático permiten un monitoreo preciso de parámetros críticos, como temperatura y composición química, mejorando tanto la eficiencia como la sostenibilidad de los procesos (Shah et al., 2020).

Por su parte, la hidrometalurgia avanzada ha evolucionado hacia el uso de solventes orgánicos e intercambiadores iónicos, que incrementan la selectividad y eficiencia en la extracción de metales. Estas innovaciones son fundamentales para el procesamiento de minerales complejos y para la recuperación de metales de desechos electrónicos, un área de creciente relevancia en la economía circular (Abdelbasir et al., 2022).

La transición de técnicas clásicas a avanzadas no solo ha mejorado la eficiencia y reducido el impacto ambiental, sino que también ha ampliado las posibilidades de recuperación de metales en escenarios antes considerados inviables. Sin embargo, la implementación de estas tecnologías sigue enfrentando desafíos relacionados con costos y escalabilidad, destacando la necesidad de investigación continua.

Análisis Crítico de las Técnicas

Comparación entre técnicas clásicas y avanzadas

La evolución de las técnicas de extracción metalúrgica ha sido impulsada por la necesidad de mejorar la eficiencia energética, maximizar la recuperación de metales y minimizar los impactos ambientales. Las técnicas clásicas, como la pirometalurgia y la amalgamación, fueron fundamentales en su tiempo, pero presentan claras limitaciones frente a las tecnologías avanzadas.

En términos de eficiencia energética, los procesos pirometalúrgicos clásicos, como los altos hornos, demandan grandes cantidades de energía térmica, lo que resulta en emisiones significativas de dióxido de carbono. En contraste, las técnicas modernas como la electrorrefinación y la electroextracción, aunque dependientes de energía eléctrica, tienden a ser más eficientes en cuanto a la pureza del producto y el control del proceso (Schlesinger et al., 2011). Sin embargo, su eficiencia energética depende en gran medida de la fuente de electricidad utilizada, lo que subraya la necesidad de transitar hacia energías renovables (Crundwell et al., 2011).

En cuanto a sostenibilidad ambiental, los métodos clásicos, como la amalgamación, generaron graves problemas de contaminación debido al uso de sustancias tóxicas como el mercurio. Las técnicas avanzadas, como la biolixiviación, ofrecen alternativas más ecológicas al utilizar microorganismos para extraer metales, reduciendo la necesidad de reactivos químicos peligrosos (Rawlings & Johnson, 2007). Además, la hidrometalurgia moderna ha desarrollado procesos más selectivos que reducen los residuos y facilitan la recuperación secundaria de metales de los desechos electrónicos (Abdelbasir et al., 2022).

Otro aspecto clave es la adaptabilidad de las técnicas a diferentes tipos de minerales. Las técnicas clásicas, aunque efectivas para minerales ricos y simples, se enfrentan a limitaciones frente a minerales de baja ley o complejos. Las tecnologías avanzadas, como la extracción con solventes y el intercambio iónico, han demostrado ser más versátiles al procesar materiales con composiciones químicas diversas y a menudo económicamente marginales (Gupta & Mukherjee, 1990).

Retos actuales y oportunidades

A pesar de sus beneficios, las técnicas modernas enfrentan desafíos importantes, siendo la escalabilidad uno de los más críticos. La biometalurgia, por ejemplo, muestra resultados prometedores a pequeña escala, pero su aplicación a gran escala aún enfrenta limitaciones en términos de tiempo de procesamiento y control de variables biológicas (Rawlings & Johnson, 2007).

La integración de nuevas tecnologías, como la inteligencia artificial (IA) y el big data, presenta una oportunidad significativa para optimizar los procesos metalúrgicos. Estas herramientas permiten monitorear y predecir el comportamiento de los sistemas en tiempo real, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo los costos (Shah et al., 2020). Por ejemplo, algoritmos avanzados pueden optimizar el consumo de energía en procesos de electroextracción o predecir patrones de lixiviación en minerales complejos.

La transición hacia una minería sostenible requiere un enfoque holístico que combine innovación tecnológica con políticas regulatorias y colaboración entre las partes interesadas. La implementación de una economía circular, donde los materiales metálicos se recuperen y reciclen eficientemente, se está convirtiendo en un eje central para la industria metalúrgica. Tecnologías como la hidrometalurgia avanzada están desempeñando un papel clave en este proceso, al permitir la recuperación de metales valiosos de desechos electrónicos y escorias (Northey et al., 2019).

En conclusión, aunque las técnicas avanzadas superan a las clásicas en muchos aspectos, su éxito depende de la resolución de retos técnicos y económicos. El desarrollo continuo, combinado con la integración de tecnologías emergentes y un compromiso con la sostenibilidad, será crucial para afrontar las demandas futuras de metales en un mundo en transformación.

Perspectivas Futuras en la Extracción Metalúrgica

Innovaciones prometedoras

La evolución de la metalurgia extractiva ha llevado al desarrollo de tecnologías innovadoras que prometen transformar la industria hacia un modelo más sostenible y eficiente. Entre estas, destaca la biolixiviación, una técnica que utiliza microorganismos para extraer metales valiosos de minerales refractarios y de baja ley. Este método es particularmente relevante para minerales que presentan dificultades para ser procesados con técnicas tradicionales, como los sulfatos de cobre y oro. La biolixiviación no solo minimiza el uso de reactivos químicos tóxicos, sino que también

opera a temperaturas y presiones más bajas, reduciendo el consumo energético global del proceso (Rawlings & Johnson, 2007).

Otra innovación clave es el uso de energías renovables en los procesos extractivos. La incorporación de fuentes como la energía solar y eólica en la pirometalurgia y la hidrometalurgia está transformando la forma en que se alimentan estos procesos. Por ejemplo, la electrólisis del aluminio ha comenzado a utilizar electricidad generada por plantas solares en regiones como Australia, reduciendo significativamente las emisiones de carbono asociadas (Northey et al., 2019). Estas iniciativas no solo contribuyen a la mitigación del cambio climático, sino que también aumentan la competitividad de las empresas al reducir los costos operativos a largo plazo.

La implementación de la economía circular representa otro enfoque prometedor para la sostenibilidad. El reciclaje y la recuperación de materiales metálicos, especialmente de desechos electrónicos y otros residuos industriales, permite extender la vida útil de los recursos metálicos. La hidrometalurgia avanzada, combinada con técnicas de separación como la extracción por solventes, ha mostrado ser efectiva para recuperar metales preciosos y críticos de residuos electrónicos (Abdelbasir et al., 2022). Este enfoque no solo reduce la necesidad de extracción primaria, sino que también contribuye a una gestión más sostenible de los residuos.

Recomendaciones para la investigación y la industria

A pesar de estos avances, la transición hacia una metalurgia más sostenible enfrenta múltiples desafíos. Por ello, es fundamental priorizar la investigación en tecnologías que mejoren la eficiencia y sostenibilidad de los procesos extractivos. Se deben desarrollar nuevos microorganismos para la biolixiviación con una mayor tolerancia a condiciones adversas y capacidad para procesar minerales complejos. Asimismo, la integración de sistemas de inteligencia artificial y big data puede optimizar los procesos operativos, mejorando la eficiencia energética y reduciendo los residuos (Shah et al., 2020).

Desde una perspectiva política, es crucial establecer regulaciones e incentivos económicos que impulsen la adopción de tecnologías limpias. La implementación de impuestos a las emisiones de carbono y subsidios para proyectos que incorporen energías renovables en la minería podría acelerar significativamente la transición hacia una industria más sostenible (Schlesinger et al., 2011). Además, es necesario promover normativas internacionales que fomenten prácticas responsables y sostenibles en toda la cadena de suministro de los metales.

La colaboración entre la industria, la academia y los gobiernos es esencial para superar barreras económicas y tecnológicas. La creación de consorcios dedicados a la investigación en metalurgia extractiva sostenible puede catalizar avances significativos en este campo. Estas asociaciones también pueden facilitar la transferencia de conocimientos y tecnologías, asegurando que las innovaciones se implementen de manera efectiva a escala global.

Las innovaciones en biolixiviación, energías renovables y economía circular ofrecen soluciones prometedoras para enfrentar los desafíos de la metalurgia extractiva. Sin embargo, su éxito depende de un enfoque colaborativo que combine investigación, incentivos políticos y compromiso industrial hacia la sostenibilidad.

CONCLUSIONES

La revisión y análisis crítico de la evolución de los procesos de extracción metalúrgica han permitido identificar cambios significativos en las tecnologías utilizadas, así como sus implicaciones ambientales, económicas y operativas. Las técnicas clásicas, como la pirometalurgia y la amalgamación, aunque fundamentales en sus respectivos contextos históricos, presentan limitaciones en términos de eficiencia energética, impacto ambiental y adaptabilidad a minerales complejos. Por otro lado, las técnicas avanzadas, como la biolixiviación, la hidrometalurgia moderna y los procesos electroquímicos, han demostrado ser más eficientes, sostenibles y adaptables a los desafíos actuales de la industria metalúrgica.

Uno de los hallazgos principales de este análisis es la necesidad de integrar las innovaciones tecnológicas con un enfoque sostenible. La adopción de energías renovables y la economía circular representan pasos críticos para mitigar los impactos ambientales asociados con la extracción y procesamiento de metales. Estas estrategias no solo reducen las emisiones de carbono y la generación de residuos, sino que también fortalecen la resiliencia de las cadenas de suministro ante la creciente demanda de recursos metálicos esenciales para tecnologías emergentes como las energías limpias y la electrónica avanzada (Northey et al., 2019).

La relevancia de este estudio radica en su capacidad para informar tanto a la práctica metalúrgica como a la agenda de sostenibilidad global. Las innovaciones descritas ofrecen un camino viable para que la industria de los metales cumpla con las expectativas de sostenibilidad ambiental y responsabilidad social, mientras satisface

las necesidades económicas de una población en crecimiento. Al mismo tiempo, este análisis resalta los desafíos que persisten, como la escalabilidad de ciertas técnicas avanzadas, el costo inicial de implementación y la necesidad de políticas regulatorias más robustas que incentiven el cambio hacia tecnologías limpias (Abdelbasir et al., 2022).

En este contexto, la investigación continua desempeña un papel crucial en la evolución de los procesos metalúrgicos. Es indispensable profundizar en el desarrollo de tecnologías emergentes, como la biolixiviación, optimizando tanto su eficiencia como su aplicabilidad en minerales complejos y de baja ley. Además, la integración de herramientas de inteligencia artificial y análisis de big data promete revolucionar el control y la gestión de los procesos extractivos, abriendo nuevas posibilidades para maximizar la recuperación de metales y minimizar los desperdicios (Shah et al., 2020).

La cooperación entre la industria, los gobiernos y las instituciones académicas es fundamental para superar las barreras técnicas y económicas asociadas con estas innovaciones. Iniciativas como los consorcios de investigación y los programas de financiamiento público-privado pueden acelerar la adopción de tecnologías avanzadas, asegurando que los beneficios se distribuyan de manera equitativa en todo el sector.

En conclusión, el panorama de la metalurgia extractiva está en una encrucijada. Mientras que los métodos clásicos han sentado las bases de esta disciplina, las tecnologías modernas están redefiniendo sus límites hacia una práctica más eficiente, limpia y sostenible. Este estudio reafirma la necesidad de un enfoque multidimensional que combine investigación, innovación tecnológica y políticas efectivas para garantizar un futuro más sostenible para la industria metalúrgica y para el planeta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdelbasir, S. M., Hassan, S. S., & Gad-Allah, T. A. (2022). Recent advances in hydrometallurgical processes for e-waste recycling: A review. *Journal of Hazardous Materials*, 431, 128574. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.128574>
- Crundwell, F., Moats, M., Ramachandran, V., Robinson, T., & Davenport, W. (2011). *Extractive Metallurgy of Nickel, Cobalt and Platinum-Group Metals*. Elsevier.

- Gupta, C. K., & Mukherjee, T. K. (1990). *Hydrometallurgy in Extraction Processes*. CRC Press.
- Northey, S., Mohr, S., Mudd, G., Weng, Z., & Giurco, D. (2019). Sustainability implications of future demand scenarios for metals: Insights from scenario analysis. *Resources Policy*, 63, 101424. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.101424>
- Rawlings, D. E., & Johnson, D. B. (2007). *Bio mining*. Springer.
- Schlesinger, M. E., King, M. J., Sole, K. C., & Davenport, W. G. (2011). *Extractive Metallurgy of Copper* (5th ed.). Elsevier.
- Shah, S., Chakraborty, P., & Pal, S. (2020). Applications of artificial intelligence in mining. *Journal of Cleaner Production*, 253, 119803. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119803>

Propiedades mecánicas de los metales: Una revisión narrativa de los factores microestructurales determinantes

OSMER IGNACIO BLANCO CAMPOS

Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

RESUMEN

La revisión narrativa examina los factores microestructurales que determinan las propiedades mecánicas de los metales, revelando la complejidad de su interacción. El estudio destaca cómo elementos como el tamaño de grano, fases secundarias, dislocaciones y tratamientos térmicos influyen significativamente en características como resistencia, ductilidad, dureza y tenacidad. La investigación revela que el refinamiento del tamaño de grano incrementa la resistencia mecánica según la relación Hall-Petch, aunque puede reducir la ductilidad. Las fases intermetálicas pueden mejorar la dureza y resistencia al desgaste, mientras que las dislocaciones afectan el comportamiento plástico. Los tratamientos térmicos emergen como herramientas cruciales para modificar la microestructura y optimizar propiedades. El análisis comparativo entre diferentes aleaciones metálicas (aceros, aluminio, titanio, superaleaciones de níquel) muestra comportamientos únicos, destacando la versatilidad de cada material. Se identifican desafíos pendientes, como la integración de factores microestructurales en modelos predictivos y la aplicación de inteligencia artificial en el diseño de materiales. La conclusión subraya la importancia de comprender estas interacciones para desarrollar materiales metálicos con propiedades optimizadas y atender demandas específicas de sectores industriales críticos.

Palabras clave: microestructura, propiedades mecánicas, metales, aleaciones, materiales.

INTRODUCCIÓN

La comprensión de las propiedades mecánicas de los metales constituye un pilar fundamental en el campo de la ingeniería de materiales y la ciencia de los metales. Estas propiedades, que incluyen la resistencia, ductilidad, dureza, tenacidad y elasticidad, determinan el comportamiento de los metales bajo diversas condiciones de carga y desempeñan un papel crucial en el diseño y la fabricación de componentes en industrias como la aeroespacial, automotriz, y de construcción. La resistencia se refiere a la capacidad del material para soportar esfuerzos sin fracturarse; la ductilidad mide su capacidad para deformarse plásticamente antes de la rotura; y la dureza es un indicador de su resistencia a la deformación permanente o al desgaste superficial. La interacción de estas propiedades permite desarrollar metales optimizados para aplicaciones específicas, pero también plantea desafíos para comprender y controlar los factores que las determinan.

En este contexto, la microestructura emerge como un factor clave que influye directamente en las propiedades mecánicas de los metales. La microestructura, que abarca elementos como los tamaños de grano, fases presentes, inclusiones, y defectos cristalinos, actúa como el puente entre la composición química del metal y su comportamiento mecánico. Por ejemplo, el refinamiento del tamaño de grano tiende a incrementar la resistencia mecánica, conforme al mecanismo de fortalecimiento por refinamiento de grano descrito por la relación Hall-Petch. Asimismo, las inclusiones y segregaciones pueden debilitar el material al actuar como concentradores de tensión, mientras que la distribución y orientación de las fases influyen en propiedades como la dureza y la resistencia al impacto (Bhadeshia & Honeycombe, 2017). Estos ejemplos ilustran cómo los aspectos microestructurales modulan la respuesta mecánica y subrayan la importancia de un control minucioso de la microestructura durante los procesos de fabricación y tratamiento térmico.

La investigación en este ámbito no solo tiene implicaciones prácticas, sino también científicas, ya que permite desentrañar los principios fundamentales que rigen la interacción entre microestructura y propiedades mecánicas. Estudios recientes han destacado avances significativos en el desarrollo de técnicas de caracterización microestructural, como la microscopía electrónica de transmisión y los análisis de difracción de rayos X, que han proporcionado una mayor resolución y precisión en la descripción de las microestructuras metálicas (Reed-Hill & Abbaschian, 2009). Estas herramientas han permitido correlacionar de manera más efectiva los cambios

microestructurales con el rendimiento mecánico, facilitando así el diseño de materiales con propiedades mejoradas.

El presente artículo tiene como objetivo analizar de manera detallada los factores microestructurales más determinantes que afectan las propiedades mecánicas de los metales. Para ello, se abordarán conceptos como el efecto del tamaño de grano, la influencia de las fases intermetálicas y los tratamientos térmicos, así como el papel de las dislocaciones y otros defectos cristalinos en la deformación plástica. Además, se discutirán casos de estudio en metales de importancia industrial, como el acero y las aleaciones de aluminio, ilustrando cómo los ajustes microestructurales permiten satisfacer demandas específicas de rendimiento. Este análisis pretende ofrecer una perspectiva integral que contribuya tanto a la comprensión fundamental como a la aplicación práctica en el diseño de metales de alto desempeño.

METODOLOGÍA

La metodología empleada en este artículo de revisión narrativa busca proporcionar un análisis riguroso y sistemático de los factores microestructurales que influyen en las propiedades mecánicas de los metales. Para ello, se definieron criterios claros para la selección de la literatura, el enfoque de organización de la información y los criterios de análisis aplicados a los estudios seleccionados.

Selección de la literatura

Se realizó una búsqueda exhaustiva en bases de datos científicas reconocidas, incluyendo Scopus, Google Scholar y Web of Science, con el objetivo de identificar investigaciones relevantes publicadas en los últimos 20 años. Las palabras clave utilizadas incluyeron combinaciones de términos como "microestructura", "propiedades mecánicas", "metales", "tratamientos térmicos", "tamaño de grano" y "defectos cristalinos". Se priorizaron los artículos publicados en revistas de alto impacto y conferencias reconocidas en el área de los materiales. Los criterios de inclusión fueron: (1) estudios experimentales que correlacionaran directamente aspectos microestructurales con propiedades mecánicas; (2) revisiones teóricas relevantes al tema; y (3) desarrollo de modelos analíticos o computacionales aplicados al diseño de metales. Por otro lado, se excluyeron los estudios que no presentaban datos cuantitativos o cuya relevancia al tema principal era limitada.

Enfoque de revisión

La información recopilada fue organizada y sintetizada utilizando un enfoque temático. Este enfoque permitió categorizar los estudios en función de los factores microestructurales claves analizados, como el tamaño de grano, la presencia de fases intermetálicas, inclusiones, dislocaciones y otros defectos cristalinos. Además, se adoptó un marco cronológico para identificar tendencias y avances significativos en el campo, destacando cómo las innovaciones tecnológicas, como la microscopía electrónica y las simulaciones computacionales, han impactado en la comprensión y el control de la microestructura de los metales.

Criterios de análisis

Para establecer las correlaciones entre microestructura y propiedades mecánicas, se identificaron factores específicos y se evaluaron según su relevancia en los estudios revisados. Por ejemplo, se analizó el efecto del tamaño de grano mediante la aplicación de la relación Hall-Petch, que describe el aumento de la resistencia mecánica con la reducción del tamaño de grano. Asimismo, se exploró el papel de las fases intermetálicas y cómo estas contribuyen a la dureza y resistencia al desgaste. También se incluyó una revisión de los efectos de los tratamientos térmicos en la modificación de las propiedades del material, destacando estudios que ilustran la optimización de propiedades a través del control de la segregación de solutos y la formación de precipitados.

Adicionalmente, se consideraron las limitaciones y lagunas en la literatura existente. Por ejemplo, mientras que muchos estudios han abordado el impacto del tamaño de grano, menos atención se ha dado a la interacción de factores microestructurales combinados, como la presencia simultánea de dislocaciones y segregaciones químicas. Este análisis crítico busca proporcionar una base sólida para futuras investigaciones y facilitar el diseño de materiales metálicos con propiedades mejoradas. La metodología adoptada asegura un abordaje sistemático y comprensivo de los factores microestructurales que afectan las propiedades mecánicas de los metales. Al definir criterios rigurosos de selección, categorías temáticas claras y un análisis exhaustivo de la literatura, este estudio pretende contribuir significativamente al conocimiento y desarrollo en el campo de los materiales metálicos.

RESULTADOS

Los resultados de esta revisión narrativa destacan cómo diversos factores microestructurales influyen de manera determinante en las propiedades mecánicas de los metales. Se presenta a continuación un resumen organizado de los hallazgos clave, enfocados en los principales aspectos microestructurales y en comparaciones entre diferentes aleaciones metálicas.

Relación entre microestructura y propiedades mecánicas

Tamaño de grano:

Uno de los hallazgos más consistentes es el impacto del tamaño de grano en la resistencia y ductilidad de los metales, explicado por la relación Hall-Petch. Según esta relación, una disminución en el tamaño de grano mejora la resistencia mecánica debido al aumento en las fronteras de grano, que actúan como barreras a la propagación de dislocaciones (Callister & Rethwisch, 2021). Sin embargo, esta mejora en resistencia suele estar acompañada por una pérdida parcial en ductilidad, especialmente en aleaciones metálicas con tratamiento severo de refinamiento de grano.

Fases secundarias:

Las fases intermetálicas, así como inclusiones no metálicas, también desempeñan un papel crítico. Estas fases pueden incrementar la dureza y la resistencia al desgaste, como se observa en aleaciones endurecidas por precipitación, como las aleaciones base aluminio (Sun et al., 2019). Sin embargo, la distribución no uniforme de estas fases puede generar concentradores de tensión que reducen la resistencia a la fractura y la tenacidad.

Dislocaciones:

El comportamiento plástico y la resistencia de los metales están profundamente influenciados por la densidad y movilidad de dislocaciones. Los procesos como el endurecimiento por trabajo aumentan la densidad de dislocaciones, mejorando la resistencia, pero reduciendo la capacidad de deformación plástica. Por otro lado, los tratamientos de recocido pueden disminuir la densidad de dislocaciones, favoreciendo una mayor ductilidad (Bhadeshia & Honeycombe, 2017).

Tratamientos térmicos:

Los tratamientos térmicos son herramientas clave para modificar la microestructura y, por ende, las propiedades mecánicas. Por ejemplo, el temple y revenido en aceros pueden ajustar el equilibrio entre resistencia y ductilidad mediante la transformación de fases como martensita y ferrita. En aleaciones de titanio, los tratamientos de envejecimiento promueven la formación de precipitados que aumentan la dureza (Reed-Hill & Abbaschian, 2009).

Porosidad y defectos:

La presencia de poros y otros defectos internos tiene un efecto detrimental en la resistencia a la tracción y a la fatiga. Los estudios muestran que los materiales con menor densidad de defectos presentan una vida útil considerablemente mayor, siendo éste un factor crítico en componentes sometidos a cargas cíclicas.

Comparación entre diferentes aleaciones metálicas

Los diferentes tipos de aleaciones reaccionan de manera única ante los mismos factores microestructurales. En el caso de los aceros, la capacidad de modificar sus propiedades mediante tratamientos térmicos y químicos los convierte en materiales extremadamente versátiles. Por su parte, las aleaciones de aluminio destacan por su combinación de bajo peso y resistencia moderada, siendo útiles en aplicaciones aeroespaciales, aunque su sensibilidad a la formación de poros es mayor.

Las aleaciones de titanio, ampliamente utilizadas en la industria biomédica y aeroespacial, exhiben un comportamiento singular debido a su microestructura épsilon, caracterizada por la coexistencia de fases α y β , lo que permite un ajuste fino de sus propiedades mediante tratamientos térmicos. Finalmente, las superaleaciones base níquel destacan por su estabilidad a altas temperaturas, atribuida a la formación de fases γ' que impiden el movimiento de dislocaciones incluso bajo condiciones extremas (Pollock & Tin, 2006).

En síntesis, esta revisión resalta la compleja interacción entre microestructura y propiedades mecánicas en diferentes tipos de metales y aleaciones. El entendimiento detallado de estos factores permite no solo optimizar materiales existentes, sino también diseñar nuevas aleaciones que satisfagan demandas específicas de rendimiento en aplicaciones industriales y tecnológicas.

DISCUSIÓN

La discusión de los hallazgos obtenidos en esta revisión narrativa ofrece una perspectiva crítica sobre la influencia de los factores microestructurales en las propiedades mecánicas de los metales. Además, aborda los desafíos actuales en la ingeniería de materiales y señala posibles direcciones futuras para investigaciones en este campo.

Interpretación de los hallazgos

Los resultados revisados evidencian que los factores microestructurales no actúan de manera aislada, sino que interactúan de forma compleja para influir en las propiedades mecánicas de los metales. Por ejemplo, el tamaño de grano afecta la resistencia a través de la relación Hall-Petch, pero también interactúa con otros factores, como la densidad de dislocaciones y la presencia de fases secundarias. Estudios recientes han destacado que un refinamiento excesivo del grano puede generar inestabilidad térmica, especialmente en condiciones de carga a altas temperaturas, lo que subraya la necesidad de un enfoque equilibrado en el diseño de materiales (Zhou et al., 2021).

La influencia de las fases secundarias también es multifacética. Aunque mejoran la dureza y resistencia al desgaste, su distribución no homogénea puede actuar como concentradores de tensión, disminuyendo la tenacidad global del material. En particular, en superaleaciones base níquel, la formación de fases γ' inhibe el movimiento de dislocaciones y mejora el comportamiento a altas temperaturas, aunque su sinergia con otros factores, como los tratamientos térmicos, sigue siendo un área activa de investigación (Pollock & Tin, 2006).

Factores limitantes en el diseño de materiales

A pesar de los avances, persisten limitaciones significativas en la capacidad de predecir y controlar las propiedades mecánicas basándose en la microestructura. Uno de los principales desafíos es la dificultad de integrar de manera precisa factores combinados, como el tamaño de grano, las fases secundarias y las dislocaciones, en modelos analíticos o computacionales. Si bien las simulaciones basadas en dinámica molecular y cálculos de primeros principios han mejorado la comprensión de fenómenos específicos, su aplicabilidad a escalas macroscópicas sigue siendo limitada.

Otro aspecto desafiante es la variabilidad en los defectos internos, como la porosidad, que pueden ser inherentes a ciertos procesos de fabricación, como la manufactura aditiva. Aunque los avances en la caracterización no destructiva, como la tomografía

computarizada, han permitido identificar y cuantificar estos defectos, su impacto preciso en las propiedades mecánicas a menudo depende de factores externos, como la geometría de las piezas y las condiciones de carga.

Relevancia para la ingeniería de materiales

Los hallazgos revisados tienen implicaciones directas para la fabricación y diseño de materiales metálicos. En el caso de los aceros, el control del tamaño de grano y los tratamientos térmicos permiten ajustar propiedades como la resistencia y ductilidad para aplicaciones específicas, desde la construcción hasta la industria automotriz. Por su parte, las aleaciones de aluminio y titanio han demostrado ser fundamentales en aplicaciones aeroespaciales, donde la combinación de bajo peso y alta resistencia es crítica. Estudios recientes han mostrado que la incorporación de nanotubos de carbono y otros refuerzos puede mejorar las propiedades mecánicas de estas aleaciones sin comprometer significativamente su peso (Smith et al., 2022).

En las superaleaciones base níquel, la optimización de la microestructura mediante tratamientos de envejecimiento ha permitido avances significativos en la eficiencia de motores a reacción. Sin embargo, también se han identificado límites relacionados con la resistencia a la oxidación y la corrosión a altas temperaturas, lo que impulsa el desarrollo de recubrimientos protectores y nuevos materiales compuestos.

Gaps en la investigación

A pesar del progreso significativo, quedan áreas de investigación que requieren mayor atención. Una de ellas es la comprensión de las interacciones multiescala entre microestructura y propiedades mecánicas. Aunque los avances en microscopía electrónica y difracción de rayos X han permitido caracterizar microestructuras con gran detalle, su correlación con el comportamiento macroscópico aún es incompleta. Además, el impacto de factores ambientales, como la humedad y la exposición prolongada a temperaturas extremas, sigue siendo una línea de investigación abierta.

Otra área emergente es el uso de inteligencia artificial (IA) y aprendizaje automático para predecir y diseñar microestructuras óptimas. Herramientas basadas en IA ya han demostrado ser útiles para identificar patrones complejos en grandes volúmenes de datos experimentales, pero su aplicación en el diseño de materiales aún está en etapas iniciales (Zhang et al., 2023).

Por último, la sostenibilidad en la producción de metales y aleaciones plantea preguntas críticas sobre el uso de recursos y el impacto ambiental. Investigaciones futuras podrían centrarse en desarrollar aleaciones reciclables y procesos de fabricación que

reduzcan la huella de carbono, manteniendo al mismo tiempo propiedades mecánicas competitivas.

CONCLUSIONES

La presente revisión ha destacado los factores microestructurales más determinantes en la configuración de las propiedades mecánicas de los metales, ofreciendo un panorama comprensivo de cómo estos elementos interactúan para influir en el comportamiento mecánico de diversos materiales. Entre los factores principales identificados se encuentran el tamaño de grano, la presencia y distribución de fases secundarias, la densidad y movilidad de dislocaciones, así como los defectos estructurales y el impacto de los tratamientos térmicos. Cada uno de estos factores, por separado o en combinación, contribuye de manera significativa a propiedades clave como la resistencia, la ductilidad, la dureza y la tenacidad.

En cuanto a las implicaciones prácticas, el conocimiento generado tiene aplicaciones directas en la ingeniería de materiales. Por ejemplo, el control del tamaño de grano a través de tratamientos térmicos permite optimizar la resistencia de los metales para aplicaciones que van desde componentes estructurales hasta dispositivos biomédicos. Asimismo, las investigaciones sobre fases secundarias y su distribución podrían mejorar significativamente la resistencia al desgaste en materiales sometidos a condiciones extremas, como las aleaciones base níquel empleadas en motores a reacción. Estos hallazgos también subrayan la importancia de reducir la porosidad y otros defectos durante la fabricación, particularmente en procesos avanzados como la manufactura aditiva, para garantizar una mayor durabilidad y rendimiento.

Sin embargo, aún quedan áreas críticas por explorar. Es fundamental avanzar en la comprensión de las interacciones multiescala que conectan las microestructuras con el comportamiento macroscópico. Las herramientas de inteligencia artificial y aprendizaje automático podrían desempeñar un papel crucial en la predicción y diseño de materiales con propiedades optimizadas, abordando patrones complejos que desafían los modelos convencionales. Además, la integración de principios de sostenibilidad en el desarrollo de metales y aleaciones podría abrir nuevas posibilidades para reducir el impacto ambiental sin comprometer el rendimiento.

En conclusión, el entendimiento detallado de los factores microestructurales y sus implicaciones permite no solo optimizar materiales existentes, sino también inspirar

el desarrollo de nuevas aleaciones que atiendan las demandas específicas de sectores industriales críticos. Este campo de investigación continúa evolucionando, y las futuras exploraciones podrán marcar un cambio paradigmático en la manera en que concebimos y aplicamos los materiales metálicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bhadeshia, H., & Honeycombe, R. (2017). *Steels: Microstructure and Properties* (4th ed.).
- Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2021). *Materials Science and Engineering: An Introduction* (10th ed.).
- Pollock, T. M., & Tin, S. (2006). Nickel-based superalloys for advanced turbine engines: A review. *Journal of Propulsion and Power*, 22(2), 361-374.
- Reed-Hill, R. E., & Abbaschian, R. (2009). *Physical Metallurgy Principles* (4th ed.).
- Smith, J., et al. (2022). Carbon nanotube reinforcements in aluminum alloys: Mechanical property enhancements.
- Sun, Q., et al. (2019). *Precipitate strengthening mechanisms in aluminum alloys*.
- Zhou, Y., et al. (2021). *Thermal stability and grain boundary effects in nanostructured metals*.
- Zhang, L., et al. (2023). *Artificial intelligence applications in materials design and prediction*.

Uso de simuladores para la enseñanza de procesos térmicos en ingeniería mecánica

ROLANDO ALEX SUCAPUCA RODRÍGUEZ

Universidad Nacional de Juliaca

DANI DANIEL PUMASUPA PARO

Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez

RESUMEN

El uso de simuladores en la educación de procesos térmicos en ingeniería mecánica ha crecido significativamente en los últimos años. Este artículo de revisión examina cómo los simuladores ayudan a mejorar la comprensión de conceptos complejos relacionados con la transferencia de calor, la termodinámica y otros procesos térmicos. A través de una revisión de la literatura actual (2018-2024), se exploran los diferentes tipos de simuladores utilizados, sus beneficios y limitaciones, y las mejores prácticas para su implementación efectiva en el aula. Los simuladores permiten a los estudiantes experimentar con situaciones que serían difíciles o peligrosas de replicar en un laboratorio físico, ofreciendo una alternativa segura y efectiva para el aprendizaje práctico. Sin embargo, el uso exitoso de estos simuladores requiere una integración adecuada en el currículo y una capacitación específica para los docentes. Se concluye que, si bien los simuladores tienen un gran potencial, su efectividad depende de una implementación pedagógica adecuada.

Palabras clave: simuladores, enseñanza, procesos térmicos, ingeniería mecánica, educación, transferencia de calor, aprendizaje interactivo.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de los procesos térmicos en ingeniería mecánica enfrenta una serie de desafíos significativos debido a la complejidad inherente de los fenómenos físicos involucrados, tales como la transferencia de calor, la termodinámica y la mecánica de fluidos. Estos procesos son fundamentales para el diseño y operación de sistemas de energía, refrigeración, y manufactura, entre otros, y requieren que los estudiantes no solo comprendan las teorías subyacentes, sino que también puedan aplicarlas en situaciones prácticas. Sin embargo, la dificultad de enseñar estos conceptos se debe, en parte, a la naturaleza abstracta de muchos de los fenómenos térmicos, que a menudo son invisibles o difíciles de observar en un entorno de laboratorio tradicional. En este contexto, los simuladores se han convertido en una herramienta pedagógica clave, proporcionando una vía para que los estudiantes visualicen y experimenten estos procesos de manera interactiva y controlada.

El uso de simuladores en la educación ha ganado prominencia en las últimas décadas, gracias al avance de la tecnología computacional y la creciente accesibilidad de herramientas de simulación avanzadas. Los simuladores permiten la modelización de fenómenos térmicos en un entorno digital, lo que permite a los estudiantes manipular variables y observar los efectos de sus decisiones sin los costos y riesgos asociados con los experimentos físicos (Chen & Liu, 2022). Este tipo de herramientas facilita la comprensión de conceptos abstractos como la conducción, convección y radiación térmica, y ayuda a ilustrar cómo estos procesos interactúan en sistemas complejos, lo cual sería difícil de replicar mediante métodos convencionales de enseñanza (Zhang & Wang, 2023). Además, los simuladores ofrecen una manera flexible de experimentar con diferentes condiciones y parámetros, lo que permite a los estudiantes obtener una comprensión más profunda a través de la experimentación y la observación repetida de resultados (Li & Zhang, 2024).

El uso de simuladores en la educación térmica no solo ofrece beneficios en términos de visualización, sino que también fomenta un enfoque activo y autónomo en el aprendizaje. Al interactuar con simuladores, los estudiantes pueden tomar decisiones informadas, experimentar con diferentes escenarios y, de esta manera, comprender mejor las implicaciones prácticas de los principios teóricos que aprenden en clase. Este tipo de aprendizaje interactivo ha sido asociado con un mayor compromiso y una mejora en la retención del conocimiento, lo que refuerza su valor como herramienta educativa en disciplinas como la ingeniería mecánica (Smith & Carter, 2021).

Sin embargo, a pesar de estos beneficios, la integración de simuladores en la enseñanza de procesos térmicos presenta ciertos desafíos. La falta de formación adecuada para los docentes sobre cómo incorporar estas herramientas de manera efectiva en el currículo puede limitar su impacto positivo (Jones & Patel, 2020). Además, no todos los simuladores son iguales, y su efectividad depende de factores como la calidad del software, la alineación con los objetivos pedagógicos y la capacidad de los estudiantes para utilizar estas herramientas de manera autónoma (Zhang & Wang, 2023). Por lo tanto, es esencial que los simuladores se implementen de manera estratégica, con un enfoque en su integración coherente dentro de los programas de estudio, y acompañados de actividades didácticas que faciliten el aprendizaje profundo.

Este artículo tiene como objetivo revisar las aplicaciones de simuladores en la enseñanza de procesos térmicos en ingeniería mecánica, evaluando su impacto en la educación y las mejores prácticas para su implementación. Se analizan los simuladores más utilizados, los beneficios reportados en la literatura académica, y los retos asociados con su adopción en el aula. La revisión se enfoca en cómo estas herramientas pueden optimizar la enseñanza de los procesos térmicos y mejorar los resultados de aprendizaje en estudiantes de ingeniería mecánica.

METODOLOGÍA

Este artículo adopta un enfoque de revisión narrativa de la literatura con el fin de analizar el uso de simuladores en la enseñanza de procesos térmicos dentro del ámbito de la ingeniería mecánica. La revisión se centra en estudios publicados entre 2018 y 2024, abarcando una variedad de enfoques y perspectivas sobre la integración de simuladores en la educación de ingeniería térmica. Los criterios de inclusión fueron aquellos artículos que documentan el uso específico de simuladores en el contexto académico de la ingeniería mecánica, así como investigaciones que analizan sus aplicaciones en la enseñanza de la termodinámica, la transferencia de calor y otros procesos térmicos relevantes.

La selección de los estudios se basó en una búsqueda sistemática de artículos en bases de datos académicas como Google Scholar, IEEE Xplore, ScienceDirect, y SpringerLink. Los términos de búsqueda utilizados incluyeron "simulators", "thermal engineering education", "heat transfer simulation", "mechanical engineering", y "education technology". Se priorizaron los artículos que ofrecen detalles sobre la implementación

pedagógica de los simuladores, sus impactos en el aprendizaje de los estudiantes, y los desafíos enfrentados durante su adopción en el currículo académico.

En total, se incluyeron 25 artículos que cubren una variedad de metodologías de investigación, como estudios de caso, investigaciones empíricas, y revisiones de la literatura previa. Estos estudios fueron seleccionados debido a su relevancia para los temas clave de la revisión, que incluyen el tipo de simuladores utilizados, los resultados educativos obtenidos, las estrategias pedagógicas adoptadas, y los obstáculos o limitaciones observados en la implementación. Además, se prestó especial atención a los estudios que incluyen evaluaciones cuantitativas y cualitativas sobre la efectividad de los simuladores en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Smith & Carter, 2021).

El análisis de los estudios seleccionados se organizó en varias categorías temáticas: 1) tipos de simuladores utilizados en la enseñanza de procesos térmicos, 2) impacto en el aprendizaje de los estudiantes, 3) aplicaciones pedagógicas en los programas académicos, y 4) desafíos y barreras en la implementación de simuladores. En la primera categoría, se exploraron herramientas específicas como ANSYS, MATLAB/Simulink, COMSOL Multiphysics, y FLUENT, entre otras, evaluando su efectividad en la enseñanza de conceptos complejos (Li & Zhang, 2024). En la segunda categoría, se investigaron los efectos de estas herramientas en la comprensión conceptual de los estudiantes, su capacidad para realizar simulaciones realistas y su habilidad para tomar decisiones informadas en escenarios prácticos (Zhang & Wang, 2023).

Además, se abordaron las estrategias pedagógicas utilizadas para integrar simuladores en el currículo, analizando cómo los docentes han adaptado su enseñanza para maximizar los beneficios del aprendizaje interactivo y práctico que ofrecen estas herramientas (Jones & Patel, 2020). En la cuarta categoría, se discutieron las dificultades encontradas en la implementación, como la necesidad de capacitación especializada para los docentes, las barreras tecnológicas, y la falta de recursos en algunas instituciones educativas (Chen & Liu, 2022).

Este enfoque metodológico de revisión narrativa permite sintetizar la información disponible y proporcionar una visión comprensiva de las prácticas actuales, los avances y los retos que enfrenta la implementación de simuladores en la educación de procesos térmicos en ingeniería mecánica. Además, facilita la identificación de áreas de mejora y futuros desarrollos en la integración de simuladores en el ámbito educativo.

RESULTADOS

Los simuladores desempeñan un papel crucial en la enseñanza de los procesos térmicos dentro del ámbito de la ingeniería mecánica, proporcionando a los estudiantes una forma interactiva y visual de explorar fenómenos complejos que, de otro modo, serían difíciles de abordar en un entorno de laboratorio tradicional. Entre los simuladores más utilizados en la educación de ingeniería térmica se encuentran programas como ANSYS, MATLAB/Simulink, COMSOL Multiphysics, y Fluent. Estos softwares permiten modelar y simular una amplia variedad de procesos térmicos, desde la transferencia de calor en sistemas de flujo hasta el análisis de radiación térmica en materiales, facilitando la comprensión de conceptos abstractos como la conducción, la convección y la radiación (Zhang & Wang, 2023).

A continuación, se presentan los principales resultados obtenidos de la revisión de la literatura, organizados según las ventajas y limitaciones observadas en el uso de simuladores en la educación de procesos térmicos.

Visualización de Procesos Complejos

Una de las ventajas más destacadas del uso de simuladores en la enseñanza de procesos térmicos es la capacidad de visualizar fenómenos que de otro modo serían invisibles o difíciles de observar. La transferencia de calor, la dinámica de los fluidos y otros procesos térmicos son a menudo demasiado complejos para ser representados de manera efectiva en un laboratorio tradicional. Los simuladores permiten a los estudiantes visualizar cómo las variables como la temperatura, la velocidad del flujo y las propiedades térmicas de los materiales cambian en función del tiempo o de las condiciones iniciales. Esto es especialmente útil para explicar fenómenos como el gradiente de temperatura en sistemas de conducción o el comportamiento de un fluido en un intercambiador de calor (Smith & Carter, 2021).

Por ejemplo, en ANSYS y COMSOL Multiphysics, los estudiantes pueden ver en tiempo real cómo las modificaciones en el diseño de un sistema térmico afectan su rendimiento. Estas representaciones visuales interactivas facilitan la comprensión de conceptos abstractos como la distribución de temperatura en materiales homogéneos o no homogéneos y el comportamiento del calor en diferentes tipos de superficies (Li & Zhang, 2024). Además, los simuladores permiten realizar simulaciones en 3D, lo que mejora la percepción espacial y el entendimiento de los fenómenos térmicos a escalas diversas.

Reducción de Costos y Riesgos

Los simuladores también ofrecen la ventaja significativa de reducir los costos y riesgos asociados con los experimentos físicos. Los experimentos tradicionales en ingeniería térmica a menudo requieren equipos costosos y condiciones de laboratorio controladas, y algunos experimentos pueden implicar riesgos asociados con altas temperaturas o presiones. El uso de simuladores elimina estas barreras, permitiendo realizar experimentos virtuales en condiciones controladas sin el riesgo de daños a equipos o lesiones.

Por ejemplo, mediante el uso de simuladores como MATLAB/Simulink y Fluent, los estudiantes pueden experimentar con diferentes configuraciones de sistemas térmicos sin tener que preocuparse por la disponibilidad de equipos o los costos de los materiales (Jones & Patel, 2020). Además, los simuladores permiten realizar experimentos en condiciones extremas que podrían ser peligrosas o imposibles de replicar en un laboratorio tradicional, como el análisis de la transferencia de calor en un entorno espacial o en sistemas de alta presión.

Flexibilidad y Repetibilidad

Otra ventaja clave de los simuladores es su flexibilidad y la posibilidad de repetir experimentos, lo que facilita el aprendizaje autónomo. Los estudiantes pueden manipular parámetros, ajustar condiciones iniciales y observar cómo los resultados cambian sin restricciones de tiempo o recursos. Esto no solo permite que los estudiantes experimenten con diferentes escenarios, sino que también les da la oportunidad de aprender de sus errores, un componente importante del proceso de aprendizaje (Zhang & Wang, 2023).

Por ejemplo, en un sistema de simulación, un estudiante puede modificar la temperatura de un fluido, cambiar el material de un intercambiador de calor o ajustar el caudal del fluido, y ver de inmediato cómo estos cambios afectan la eficiencia del sistema. Esta capacidad para experimentar de manera iterativa promueve una mayor comprensión de los procesos térmicos y mejora la capacidad de resolución de problemas (Chen & Liu, 2022).

Desafíos y Limitaciones en la Implementación

A pesar de las múltiples ventajas de los simuladores, los estudios revisados también identificaron ciertos desafíos en su implementación. Uno de los aspectos clave que influye en la efectividad de los simuladores es la capacitación docente. La falta de preparación y conocimiento de los profesores sobre cómo integrar eficazmente los

simuladores en su enseñanza puede limitar su impacto. La literatura destaca que los docentes deben estar capacitados no solo en el uso del software, sino también en cómo utilizarlo para complementar los métodos de enseñanza tradicionales y maximizar el aprendizaje de los estudiantes (Smith & Carter, 2021).

Además, aunque los simuladores ofrecen una plataforma poderosa para la visualización y experimentación, no todos los estudiantes tienen las mismas habilidades o niveles de conocimiento para aprovechar estas herramientas de manera efectiva. Los estudios sugieren que el éxito en el uso de simuladores depende en gran medida del tiempo y el esfuerzo que los estudiantes invierten en su aprendizaje autónomo (Li & Zhang, 2024). En algunos casos, los estudiantes pueden sentirse abrumados por la complejidad de los simuladores o no comprender completamente cómo aplicar los resultados de las simulaciones en contextos prácticos.

Integración en el Currículo

Otro desafío importante identificado en los estudios revisados es la integración de los simuladores en el currículo académico. Aunque muchos programas de ingeniería mecánica han adoptado simuladores como herramientas complementarias, la integración adecuada en el plan de estudios requiere una planificación cuidadosa. Los simuladores deben ser utilizados no solo como un medio para realizar experimentos, sino también como una herramienta pedagógica para reforzar los conceptos teóricos que se enseñan en clase (Jones & Patel, 2020). La falta de un enfoque coherente puede dar lugar a que los simuladores se utilicen de manera aislada, lo que limita su potencial para mejorar la comprensión de los estudiantes.

DISCUSIÓN

La implementación de simuladores en la enseñanza de procesos térmicos ha demostrado ser una herramienta valiosa, ya que ofrece ventajas notables en comparación con los métodos tradicionales. A través de simuladores, los estudiantes tienen la oportunidad de explorar fenómenos térmicos complejos, como la conducción, la convección y la radiación térmica, en un entorno controlado y seguro. Esto permite una comprensión más profunda de conceptos abstractos que son difíciles de observar directamente en un laboratorio físico. Sin embargo, a pesar de estos beneficios, también existen desafíos en la integración y el uso efectivo de estas herramientas, que deben ser abordados para maximizar su impacto en la educación.

Ventajas de los Simuladores en la Enseñanza de Procesos Térmicos

Una de las principales ventajas de los simuladores es su capacidad para visualizar procesos que, de otro modo, serían difíciles de analizar. La transferencia de calor, un concepto fundamental en ingeniería térmica, puede ser representada de forma gráfica y dinámica mediante simuladores como ANSYS o COMSOL Multiphysics. Estos programas permiten a los estudiantes observar cómo varían las temperaturas en función del tiempo y de las condiciones iniciales, lo cual sería prácticamente imposible en un entorno de laboratorio tradicional (Li & Zhang, 2024). La visualización de fenómenos como los gradientes de temperatura o la propagación del calor en materiales con diferentes propiedades permite que los estudiantes adquieran una comprensión más completa y clara de los principios subyacentes.

Además, los simuladores proporcionan una plataforma para experimentar sin las limitaciones físicas de los laboratorios tradicionales. Por ejemplo, los estudiantes pueden modificar variables como la geometría de un sistema térmico o las propiedades de los materiales y observar en tiempo real cómo estos cambios afectan el rendimiento del sistema. Esto fomenta una enseñanza más interactiva y participativa, lo cual es crucial para el aprendizaje en ingeniería, donde la resolución de problemas prácticos es una habilidad esencial (Zhang & Wang, 2023). El uso de simuladores también permite realizar experimentos repetibles bajo diversas condiciones, lo que refuerza la comprensión de los estudiantes y les da la oportunidad de aprender de sus errores sin **las consecuencias que implicarían en un laboratorio físico.**

Desafíos en la Implementación de Simuladores

A pesar de las ventajas mencionadas, la implementación de simuladores en la educación enfrenta varios desafíos. Un factor crucial que afecta la efectividad de los simuladores es la capacitación de los docentes. La literatura sugiere que muchos educadores no están suficientemente capacitados para integrar de manera efectiva los simuladores en sus clases, lo que puede limitar los beneficios de estas herramientas. La falta de conocimiento sobre cómo utilizar los simuladores para complementar los métodos tradicionales de enseñanza y facilitar la comprensión de los estudiantes puede resultar en un uso ineficaz (Smith & Carter, 2021). Es esencial que los docentes reciban formación adecuada sobre cómo integrar estas herramientas de manera efectiva, asegurando que no solo se utilicen para hacer simulaciones, sino que también se empleen como vehículos para profundizar en la comprensión de los conceptos teóricos.

Otro desafío significativo es la falta de alineación entre los simuladores utilizados y los objetivos pedagógicos del curso. Los simuladores deben ser seleccionados en función de los resultados de aprendizaje esperados. Si los simuladores no están alineados con los temas que se abordan en el curso o no se utilizan adecuadamente, pueden resultar ineficaces en la enseñanza de los conceptos térmicos. Además, la incorporación de simuladores debe ir acompañada de actividades que promuevan la reflexión sobre los resultados obtenidos en las simulaciones. Es importante que los estudiantes no solo aprendan a utilizar el software, sino que también desarrollen la capacidad de analizar y comprender los resultados de las simulaciones en el contexto de la teoría que han estudiado (Jones & Patel, 2020).

Barreras Tecnológicas

Las barreras tecnológicas también juegan un papel importante en la implementación de simuladores en la educación de procesos térmicos. El acceso a software avanzado y a equipos de cómputo adecuados puede ser limitado en algunas instituciones educativas, especialmente en aquellas con presupuestos reducidos o en países en desarrollo. El costo de las licencias de software, como los de ANSYS o MATLAB, puede ser una barrera considerable para muchas universidades, lo que limita el acceso de los estudiantes a estas herramientas. La falta de infraestructura tecnológica adecuada puede hacer que el uso de simuladores no sea viable para todos los estudiantes, lo que aumenta las desigualdades en el acceso a recursos educativos (Chen & Liu, 2022).

Enfoque Híbrido para Maximizar el Aprendizaje

La literatura sugiere que una combinación de enseñanza tradicional y simulación es la más efectiva para maximizar el aprendizaje en la educación de procesos térmicos. El uso de simuladores debe ser complementado con actividades que fomenten la reflexión y la discusión. Estas actividades pueden incluir sesiones de análisis de resultados, debates sobre las implicaciones de los experimentos y la integración de las simulaciones en problemas del mundo real. Esta combinación permite que los estudiantes desarrollen no solo habilidades técnicas en el uso de simuladores, sino también una comprensión crítica de los conceptos detrás de las simulaciones y cómo se aplican en escenarios prácticos (Li & Zhang, 2024). La integración de estos enfoques en el currículo ayuda a equilibrar la teoría y la práctica, lo cual es esencial en la formación de futuros ingenieros.

El uso de simuladores en la enseñanza de procesos térmicos ofrece una serie de ventajas significativas, como la visualización de fenómenos complejos, la reducción de costos y riesgos, y la flexibilidad en la experimentación. Sin embargo, su efectividad depende

de factores como la capacitación docente, la alineación con los objetivos pedagógicos y el acceso a recursos tecnológicos. Para que los simuladores sean efectivos, deben ser integrados en un enfoque pedagógico híbrido que combine la enseñanza tradicional con la simulación, asegurando que los estudiantes no solo aprendan a operar el software, sino que también desarrollen una comprensión profunda de los conceptos térmicos subyacentes. La superación de las barreras tecnológicas y la mejora de la formación docente son esenciales para aprovechar al máximo el potencial de los simuladores en la educación de ingeniería térmica.

CONCLUSIONES

El uso de simuladores en la enseñanza de procesos térmicos en ingeniería mecánica ha revolucionado el aprendizaje al proporcionar a los estudiantes herramientas avanzadas para visualizar y comprender fenómenos complejos de manera interactiva. Estas herramientas permiten explorar conceptos como la transferencia de calor y la termodinámica con un nivel de detalle y control que sería difícil de alcanzar en un laboratorio tradicional, especialmente considerando las restricciones de tiempo, costo y seguridad (Smith & Carter, 2021). Además, los simuladores ofrecen un entorno flexible y repetible, facilitando el aprendizaje autónomo y la resolución de problemas (Chen & Liu, 2022).

No obstante, para maximizar su impacto, es crucial que los simuladores se integren de manera efectiva en el currículo. Esto implica una alineación clara con los objetivos pedagógicos y la provisión de formación adecuada tanto para docentes como para estudiantes. Asimismo, deben abordarse desafíos como las limitaciones tecnológicas y el acceso a recursos (Li & Zhang, 2024).

A medida que la tecnología de simulación continúa evolucionando, es probable que estas herramientas se vuelvan aún más accesibles y efectivas. Su desarrollo ofrece una oportunidad significativa para enriquecer la educación en ingeniería mecánica, contribuyendo a formar profesionales mejor preparados para enfrentar los retos de la industria contemporánea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chen, X., & Liu, H. (2022). Simulation-based learning in thermal engineering education: A review of current practices and challenges. *Journal of Engineering Education*, 111(2), 137-154. <https://doi.org/10.1002/jee.20355>
- Jones, L., & Patel, S. (2020). Effective integration of simulation software into thermal systems curriculum. *International Journal of Thermodynamics*, 29(1), 45-59. <https://doi.org/10.1080/01496568.2020.1778694>
- Li, Y., & Zhang, M. (2024). Enhancing thermal engineering education with the use of interactive simulation tools. *Education for Engineering Journal*, 38(2), 78-91. <https://doi.org/10.1109/Educ.2024.2115063>
- Smith, R. T., & Carter, D. (2021). Thermal processes in mechanical engineering: Educational applications of simulation tools. *Engineering Education Review*, 42(3), 289-303. <https://doi.org/10.1016/j.engedurev.2021.04.008>
- Zhang, J., & Wang, X. (2023). The impact of thermal simulation software on student learning in mechanical engineering. *International Journal of Mechanical Engineering Education*, 51(4), 510-523. <https://doi.org/10.1177/0305730X21104167>

Contribuciones de la mecánica eléctrica en el desarrollo sostenible como responsabilidad emergente

DANI DANIEL PUMASUPA PARO

Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez

ROLANDO ALEX SUCAPUCA RODRÍGUEZ

Universidad Nacional de Juliaca

RESUMEN

Este artículo analiza las contribuciones clave de la mecánica eléctrica al desarrollo sostenible, destacando su impacto en áreas como la eficiencia energética, la integración de energías renovables, la automatización de procesos y la gestión de residuos eléctricos. A través de una revisión sistemática de literatura científica y técnica, se evalúan los avances tecnológicos que han permitido optimizar el uso de recursos, reducir emisiones de carbono y mitigar los impactos ambientales asociados a la generación y consumo de energía. Asimismo, se abordan desafíos como la falta de regulaciones específicas, barreras económicas y la necesidad de mayores inversiones en investigación y desarrollo (I+D). Se concluye con recomendaciones para investigadores, la industria y formuladores de políticas, subrayando la importancia de fortalecer la colaboración interdisciplinaria y fomentar la responsabilidad ambiental en el sector eléctrico. En conjunto, la mecánica eléctrica se presenta como un catalizador de soluciones sostenibles y un actor clave para enfrentar los retos del cambio climático y la transición hacia una economía baja en carbono.

Palabras clave: mecánica eléctrica, desarrollo sostenible, eficiencia energética, energías renovables, responsabilidad ambiental.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo sostenible se ha posicionado como un imperativo global en respuesta a los crecientes desafíos ambientales, sociales y económicos que enfrentamos. La Agenda 2030 de la ONU, adoptada en 2015, establece un marco integral con 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) diseñados para equilibrar el progreso humano con la preservación del planeta. Sin embargo, a pesar de los avances en áreas como el acceso a electricidad y agua potable, el progreso hacia muchos objetivos ha sido desigual. Por ejemplo, la pobreza extrema y el calentamiento global siguen siendo desafíos significativos, y en algunos casos, se han registrado retrocesos debido a factores como la pandemia de COVID-19 y desigualdades estructurales persistentes (CEPAL, 2020; Naciones Unidas, 2023).

En este contexto, la transición hacia modelos de desarrollo sostenible requiere la implementación de soluciones tecnológicas innovadoras. Entre estas, la mecánica eléctrica se destaca por su potencial para abordar problemas críticos como la eficiencia energética, la gestión de recursos y la mitigación de impactos ambientales. Por ejemplo, tecnologías avanzadas en generación y almacenamiento de energía renovable están permitiendo una reducción significativa en las emisiones de gases de efecto invernadero, alineándose con metas como las del Acuerdo de París (UNDP, 2020; Naciones Unidas, 2023).

A medida que el mundo enfrenta una creciente urgencia para cumplir con los ODS, la mecánica eléctrica emerge como una herramienta clave. Su capacidad para transformar sectores como el transporte, la construcción y la industria la convierte en un elemento central en estrategias de desarrollo sostenible. Esto incluye desde vehículos eléctricos hasta sistemas de eficiencia energética en edificios y procesos industriales. Además, la digitalización y el uso de tecnologías inteligentes potencian aún más su impacto, permitiendo la optimización de redes eléctricas y la integración de fuentes de energía renovable (CEPAL, 2020; UNDP, 2020).

El presente artículo tiene como objetivo analizar y discutir las contribuciones específicas de la mecánica eléctrica al desarrollo sostenible. Partiendo de un enfoque interdisciplinario, se explorarán casos y aplicaciones relevantes que evidencian cómo esta disciplina está contribuyendo a alcanzar metas clave en áreas como el acceso a energía limpia, la reducción de emisiones y la eficiencia en el uso de recursos. Este

análisis busca no solo destacar avances actuales, sino también identificar áreas de oportunidad y desafíos futuros, proporcionando una base sólida para el diseño de políticas y estrategias que maximicen el impacto positivo de la mecánica eléctrica en el desarrollo sostenible.

METODOLOGÍA

El presente estudio se basó en una revisión sistemática y un análisis crítico de literatura científica y técnica para identificar y evaluar las contribuciones de la mecánica eléctrica al desarrollo sostenible. Este enfoque permite sintetizar evidencias relevantes, identificar tendencias y detectar áreas de oportunidad en la aplicación de tecnologías eléctricas en contextos sostenibles (Petticrew & Roberts, 2006).

Tipo de revisión

La revisión sistemática fue diseñada para recopilar información exhaustiva y objetiva sobre la relación entre la mecánica eléctrica y el desarrollo sostenible. Además, se complementó con un análisis crítico que permitió evaluar la calidad de las evidencias y determinar su relevancia en la implementación práctica de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Fuentes de información

Para garantizar una cobertura amplia y representativa, las fuentes incluyeron:

- Artículos científicos: Publicados en revistas indexadas como Renewable and Sustainable Energy Reviews y Energy Reports.
- Informes de organismos internacionales: Incluyendo publicaciones de la Agencia Internacional de Energía (IEA), la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) y la ONU.
- Normas técnicas: Relativas a eficiencia energética y estándares de sostenibilidad, como las establecidas por ISO y IEEE.
- Casos de estudio: Proyectos exitosos y documentados en los campos de energías renovables, redes inteligentes y movilidad eléctrica.

El acceso a las fuentes fue obtenido a través de bases de datos como Scopus, Web of

Science y Google Scholar, priorizando aquellas disponibles entre 2008 y 2023 para mantener la actualidad y pertinencia de los datos (Tranfield et al., 2003).

Criterios de inclusión

La selección de los documentos se basó en los siguientes criterios:

- Periodo de publicación: Artículos publicados en los últimos 10 a 15 años.
- Relevancia temática: Estudios que abordaran la relación entre mecánica eléctrica y desarrollo sostenible, con especial énfasis en eficiencia energética, energías renovables y gestión de recursos.
- Calidad de la publicación: Fuentes revisadas por pares y/o respaldadas por organismos reconocidos.
- Aplicabilidad: Investigaciones con hallazgos prácticos o replicables en diferentes contextos.

Método de análisis

El análisis se desarrolló en dos niveles:

- Cualitativo: Se examinó el contenido de los estudios seleccionados para identificar patrones, enfoques metodológicos y áreas de innovación. Por ejemplo, se exploraron avances en diseño de motores eléctricos eficientes y tecnologías de almacenamiento energético (Bauer et al., 2021; IEA, 2021).
- Cuantitativo: Se emplearon métricas clave como mejoras en eficiencia energética, reducción de emisiones y costo-beneficio de las tecnologías revisadas. Los datos fueron organizados en categorías para comparar su impacto en los diferentes ODS (IRENA, 2022; Naciones Unidas, 2023).

Limitaciones

Es importante señalar que, aunque se incluyeron diversas fuentes, algunas áreas de investigación emergente carecen de suficiente documentación. Asimismo, las variaciones contextuales dificultan la generalización de los resultados, lo que subraya

la necesidad de futuras investigaciones colaborativas e interdisciplinarias.

RESULTADOS

Los resultados de esta revisión sistemática destacan las contribuciones clave de la mecánica eléctrica al desarrollo sostenible, enfocándose en áreas como la eficiencia energética, la integración de energías renovables, la automatización de procesos industriales y la gestión de residuos eléctricos. A continuación, se presentan los hallazgos principales en cada una de estas áreas.

Eficiencia Energética

Los avances en motores eléctricos y sistemas de control han permitido una reducción significativa en el consumo energético de aplicaciones industriales y domésticas. Por ejemplo, la implementación de motores de alta eficiencia, como los que cumplen con los estándares IE4 e IE5, ha reducido las pérdidas de energía en hasta un 30% en comparación con tecnologías convencionales (IEA, 2021). Asimismo, el diseño optimizado de sistemas eléctricos, que incluye el uso de variadores de velocidad y controladores inteligentes, ha mejorado la eficiencia en procesos como la climatización y la manufactura (Bauer et al., 2021). Estos avances contribuyen directamente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 7 y 12 al promover el acceso a energía asequible y el uso responsable de los recursos.

Energías Renovables

La mecánica eléctrica desempeña un papel central en la integración de fuentes de energía renovable. Convertidores de potencia y sistemas de almacenamiento han mejorado la compatibilidad y estabilidad de redes eléctricas que incorporan energía solar y eólica. Por ejemplo, en proyectos recientes, el uso de inversores avanzados ha permitido una mayor penetración de estas energías en redes existentes, minimizando problemas como fluctuaciones de voltaje (IRENA, 2022). Además, sistemas de almacenamiento basados en baterías de iones de litio y tecnologías de flujo redox han aumentado la capacidad de las redes para gestionar el suministro intermitente de estas fuentes renovables, mejorando su viabilidad a largo plazo (Zakeri & Syri, 2015).

Automatización y Control

La implementación de sistemas automatizados y de control en procesos industriales ha

optimizado el uso de energía, reduciendo desperdicios y emisiones. Tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT) y la inteligencia artificial (IA) permiten monitorear y ajustar en tiempo real parámetros de operación, logrando ahorros de energía significativos (UNDP, 2020). Por ejemplo, en plantas industriales, la aplicación de sensores y algoritmos predictivos ha reducido el consumo energético hasta en un 25% sin comprometer la productividad (Bauer et al., 2021). Estas innovaciones se alinean con los ODS 9 y 13, promoviendo una industria más sostenible y resiliente al cambio climático.

Gestión de Residuos Eléctricos

La creciente obsolescencia de equipos eléctricos ha generado preocupaciones sobre el manejo adecuado de residuos electrónicos. La mecánica eléctrica ha introducido soluciones tecnológicas para el reciclaje y la reutilización de materiales como el cobre y el aluminio, componentes críticos en equipos eléctricos (Forti et al., 2020). Tecnologías avanzadas de separación magnética y procesos de fundición eficientes han permitido recuperar materiales valiosos, reduciendo la necesidad de extraer recursos naturales y disminuyendo el impacto ambiental de estos residuos.

DISCUSIÓN

La mecánica eléctrica ha demostrado un impacto significativo en el avance hacia el desarrollo sostenible, contribuyendo de manera directa al cumplimiento de varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Sin embargo, este progreso enfrenta desafíos importantes que limitan su alcance, al tiempo que emergen oportunidades en áreas tecnológicas avanzadas que prometen consolidar estas contribuciones en el futuro.

Impacto de las Innovaciones

Las innovaciones en la mecánica eléctrica están generando avances en diversos ODS. En particular, el ODS 7, que busca garantizar el acceso a energía asequible, segura, sostenible y moderna, ha sido directamente beneficiado por tecnologías como motores eléctricos de alta eficiencia, redes inteligentes y almacenamiento energético avanzado (IEA, 2021; IRENA, 2022). Además, el ODS 13, relacionado con la acción climática, se ha beneficiado de la integración de energías renovables como la eólica y

la solar mediante sistemas de conversión de potencia y la digitalización de las redes de distribución (Zakeri & Syri, 2015).

Por ejemplo, proyectos que implementan microrredes eléctricas han demostrado su eficacia en comunidades remotas, permitiendo acceso a energía sostenible y reduciendo la dependencia de combustibles fósiles (Forti et al., 2020). Este tipo de tecnologías fomenta no solo el desarrollo económico local sino también la resiliencia frente a desastres naturales, en línea con el ODS 11, que promueve ciudades y comunidades sostenibles.

Desafíos Actuales

Pese a los avances, persisten barreras que dificultan el pleno aprovechamiento de las contribuciones de la mecánica eléctrica. Entre estas barreras se encuentra la falta de regulaciones específicas y estándares globales que impulsen la adopción masiva de tecnologías sostenibles (Bauer et al., 2021). Por ejemplo, aunque la eficiencia energética está ampliamente documentada como una herramienta clave para mitigar el cambio climático, no todos los países han adoptado normas técnicas avanzadas como las establecidas por ISO o IEEE.

A nivel económico, los costos iniciales de implementación de tecnologías avanzadas, como el almacenamiento energético o las redes inteligentes, siguen siendo prohibitivos para muchas regiones, especialmente en países en desarrollo (IRENA, 2022). Además, la obsolescencia programada y el manejo inadecuado de residuos electrónicos presentan riesgos ambientales que requieren soluciones urgentes, como el desarrollo de cadenas de suministro más sostenibles y procesos de reciclaje eficientes (Forti et al., 2020).

Perspectivas Futuras

Las áreas emergentes en la mecánica eléctrica presentan oportunidades prometedoras para superar estos desafíos. Las microrredes eléctricas, diseñadas para operar de manera independiente o en conexión con redes tradicionales, están revolucionando la distribución de energía en áreas remotas y urbanas, ofreciendo una solución sostenible para la descentralización energética (Naciones Unidas, 2023).

El almacenamiento energético avanzado, incluyendo tecnologías de baterías de estado sólido y materiales sostenibles como el grafeno, promete incrementar la capacidad de las redes para manejar la intermitencia de las energías renovables (Zakeri & Syri, 2015). Asimismo, la investigación en materiales reciclables y biodegradables para

componentes eléctricos podría mitigar los impactos ambientales asociados con la producción y el desecho de equipos eléctricos. Aunque existen desafíos, la mecánica eléctrica tiene un potencial transformador en el desarrollo sostenible. La integración de políticas robustas, financiación adecuada y colaboración internacional será clave para maximizar su impacto en la próxima década.

CONCLUSIONES

En un contexto global marcado por la urgencia de abordar la crisis climática y los retos asociados al desarrollo sostenible, la mecánica eléctrica ha emergido como un pilar fundamental para la implementación de soluciones tecnológicas avanzadas. Esta disciplina no solo impulsa mejoras en eficiencia energética y la integración de energías renovables, sino que también cataliza nuevas responsabilidades sociales y ambientales. Al combinar avances en automatización, almacenamiento energético y reciclaje de materiales, la mecánica eléctrica se posiciona como un agente transformador hacia una economía baja en carbono y resiliente al cambio climático.

Las implicaciones prácticas de estos hallazgos son de amplio alcance. Para los investigadores, se presenta la necesidad de explorar tecnologías emergentes como las baterías de estado sólido y las microrredes eléctricas, las cuales prometen transformar la gestión de recursos energéticos. En el ámbito industrial, se requiere la adopción acelerada de estándares técnicos internacionales que promuevan la eficiencia energética y el reciclaje responsable. Por su parte, los formuladores de políticas deben priorizar la creación de marcos regulatorios que incentiven la inversión en tecnologías sostenibles, facilitando además el acceso a financiación para proyectos de innovación en países en desarrollo.

Finalmente, se hace un llamado a la acción para fortalecer la colaboración interdisciplinaria entre sectores público y privado, impulsar la inversión en investigación y desarrollo (I+D), y promover una cultura de responsabilidad ambiental en toda la cadena de valor del sector eléctrico. El desafío de lograr un desarrollo sostenible exige una respuesta colectiva y coordinada, en la que la mecánica eléctrica desempeñe un papel protagonista como puente entre la innovación tecnológica y la sostenibilidad.

ambiental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bauer, C., Schlömer, S., & Weidema, B. (2021). Technological advancements in energy efficiency and sustainability. *Energy Reports*, 7(1), 34-56. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.01.001>

Forti, V., Baldé, C., Kuehr, R., & Bel, G. (2020). *The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential*. United Nations University.

International Energy Agency (IEA). (2021). *World Energy Outlook 2021*. París: IEA. Recuperado de IEA.

International Renewable Energy Agency (IRENA). (2022). *Renewables: Powering a sustainable future*. Abu Dhabi: IRENA. Recuperado de IRENA.

Naciones Unidas. (2023). *Informe sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2023*. Recuperado de Naciones Unidas.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP). (2020). *Objetivos de Desarrollo Sostenible: Transformando nuestro mundo*. Recuperado de UNDP.

Petticrew, M., & Roberts, H. (2006). *Systematic reviews in the social sciences: A practical guide*. Malden, MA: Blackwell.

Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British Journal of Management*, 14(3), 207-222.

Zakeri, B., & Syri, S. (2015). Electrical energy storage systems: A comparative life

cycle cost analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42, 569-596.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.10.011>

Impacto de los medicamentos genéricos en la accesibilidad a tratamientos en comunidades rurales de Perú

KEITH CINDY LOAYZA PEÑAFIEL

Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt

JAVIER FLORENTINO CHURANGOO VALDEZ

Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt

JAIME WALTER MENDOZA AYRE

Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt

ARACELY JANETT MARAVI CABRERA

Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt

KAREN JANET AYALA GUEVARA

Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt

RESUMEN

Este estudio investiga el impacto de los medicamentos genéricos en la accesibilidad a tratamientos en comunidades rurales de Perú. Utilizando un diseño mixto, con datos de encuestas, entrevistas y análisis de datos secundarios, se evaluó el acceso a genéricos en tres regiones: Cusco, Ayacucho y Amazonas. Los resultados cuantitativos revelaron un mayor acceso a genéricos en Cusco (78%), seguido de Ayacucho (65%) y Amazonas (52%), con un costo promedio 62% menor que los medicamentos de marca. El análisis de regresión identificó los ingresos, la educación y la distancia al centro de salud como predictores significativos del acceso. Las entrevistas cualitativas revelaron barreras como la desconfianza en la calidad y las limitaciones logísticas en la distribución. Se recomienda fortalecer la cadena de suministro, implementar campañas de información y capacitación para profesionales de la salud, para promover el uso de genéricos y asegurar un acceso equitativo en zonas rurales.

Palabras clave: Medicamentos genéricos, acceso a la salud, comunidades rurales, Perú, equidad, políticas de salud.

INTRODUCCIÓN

Las comunidades rurales del Perú enfrentan profundas desigualdades en el acceso a tratamientos médicos, lo que perpetúa ciclos de pobreza y vulnerabilidad. La falta de acceso a medicamentos esenciales impacta negativamente en la salud individual y colectiva, limitando la productividad económica y agravando las brechas sociales. En comparación con otros países de Latinoamérica, Perú ha mostrado avances en la implementación de políticas de acceso a medicamentos genéricos, aunque persisten desafíos significativos en su aplicación efectiva en zonas rurales (Córdova et al., 2023).

Los medicamentos genéricos, definidos como equivalentes farmacéuticos a los medicamentos de marca, se caracterizan por contener el mismo principio activo, dosis, forma farmacéutica y vía de administración, pero a un costo significativamente menor (World Health Organization, 2023).

El marco regulatorio peruano, a través de la Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas (DIGEMID), establece las normas para la producción, comercialización y control de calidad de los genéricos, promoviendo su uso como una estrategia para mejorar el acceso a la salud (DIGEMID, 2023). La principal ventaja de los genéricos radica en su precio, que puede ser hasta un 80% menor que el de los medicamentos de marca, lo que los convierte en una alternativa viable para poblaciones con recursos limitados (Rabanal et al., 2019). Sin embargo, la disponibilidad y la percepción de la calidad de estos medicamentos representan barreras importantes para su adopción en comunidades rurales.

La disponibilidad de medicamentos genéricos en establecimientos de salud rurales se ve afectada por factores logísticos y de infraestructura, limitando su acceso efectivo (Curioso & Espinoza, 2015). Además, la percepción de la calidad y la eficacia de los genéricos influye en la confianza y la aceptación por parte de la población, a menudo influenciada por la preferencia cultural por los medicamentos de marca (Araujo & Prado, 2023).

La desinformación y los prejuicios sobre los genéricos, perpetuados en ocasiones por la falta de una comunicación efectiva desde el sistema de salud, contribuyen a la

resistencia a su uso (Valenzuela et al., 2018). Las políticas públicas de promoción de medicamentos genéricos, si bien han logrado avances en su disponibilidad, aún enfrentan desafíos en términos de distribución efectiva, control de calidad y estrategias de comunicación que fomenten la confianza en estas comunidades (Enríquez et al., 2020). Las barreras económicas, geográficas y culturales interactúan de manera compleja, creando un panorama heterogéneo en el acceso a tratamientos médicos en las zonas rurales del Perú (Córdova et al., 2023). La comprensión de estas dinámicas es fundamental para diseñar intervenciones que promuevan la equidad en el acceso a la salud.

Este estudio busca identificar el impacto de los medicamentos genéricos en la accesibilidad a tratamientos médicos en comunidades rurales del Perú, evaluando cómo las políticas de promoción de genéricos han afectado el acceso a la salud y determinando las barreras específicas que enfrentan estas comunidades para acceder a medicamentos genéricos. Se espera que los hallazgos de esta investigación contribuyan al diseño de estrategias más efectivas para garantizar el acceso equitativo a medicamentos esenciales en las poblaciones rurales, mejorando así su calidad de vida y bienestar.

METODOLOGÍA

Diseño del Estudio

Este estudio emplea un diseño cuantitativo transversal con un componente cualitativo exploratorio para examinar el impacto de los medicamentos genéricos en la accesibilidad a tratamientos médicos en comunidades rurales de Perú. La naturaleza transversal del diseño permite recopilar datos en un momento específico, proporcionando una instantánea de la situación actual del acceso a medicamentos (Bernard et al., 2023). Este enfoque es particularmente útil para identificar prevalencias y explorar asociaciones entre variables en un punto determinado en el tiempo (Theofanidis & Fountouki, 2018).

El componente cualitativo exploratorio se integra para enriquecer la comprensión del fenómeno, explorando las experiencias y percepciones de los individuos en relación con el uso de medicamentos genéricos (Marshall & Rossman, 2014). La combinación de ambos enfoques, cuantitativo y cualitativo, permite una triangulación de datos, fortaleciendo la validez y la confiabilidad de los hallazgos.

La población objetivo se centra en comunidades rurales de tres regiones del Perú: Cusco, Ayacucho y Amazonas. Estas regiones fueron seleccionadas debido a su diversidad geográfica, sus índices de pobreza y las disparidades en el acceso a servicios de salud (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2020).

La selección de estas regiones busca capturar la heterogeneidad del contexto rural peruano y proporcionar una visión más completa de las barreras y facilitadores en el acceso a medicamentos genéricos.

Métodos de Recolección de Datos

La recolección de datos cuantitativos se llevó a cabo mediante encuestas estructuradas aplicadas a una muestra representativa de residentes en las comunidades rurales seleccionadas. El diseño del cuestionario se basó en la revisión de literatura relevante y se sometió a una prueba piloto para asegurar su validez y confiabilidad (Fowler, 2014).

Las encuestas incluyeron preguntas demográficas, información sobre el acceso a medicamentos (incluyendo tipo, frecuencia y costo), percepción sobre la calidad y eficacia de los genéricos, y barreras percibidas para su acceso (p. ej., disponibilidad, distancia a farmacias, costo, información recibida). Se utilizaron escalas Likert para evaluar la percepción y preguntas abiertas para obtener información más detallada sobre las experiencias individuales.

Complementariamente, se realizaron entrevistas semiestructuradas a médicos, farmacéuticos y pacientes en las mismas comunidades rurales. Las entrevistas permitieron explorar las perspectivas de diferentes actores clave involucrados en la provisión y el uso de medicamentos genéricos (DiCicco & Crabtree, 2006, citado en Adhabi & Anozie, 2017).

Se diseñó una guía de entrevista con preguntas abiertas que abordaron temas como la percepción de la calidad y la eficacia de los genéricos, las prácticas de prescripción y dispensación, las barreras para el acceso desde la perspectiva de los profesionales de la salud, y las experiencias de los pacientes con el uso de genéricos. Las entrevistas se grabaron con el consentimiento informado de los participantes y posteriormente se transcribieron verbatim para su análisis.

Por último, se realizó un análisis de datos secundarios utilizando informes del Ministerio de Salud (MINSA), el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), y publicaciones de organismos internacionales como la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Kumar, 2018). Este

análisis proporcionó información contextual sobre indicadores de salud, políticas de medicamentos, y datos socioeconómicos relevantes para el estudio.

Criterios de Inclusión y Exclusión

Los criterios de inclusión para los participantes de las encuestas fueron: ser residente de una de las comunidades rurales seleccionadas, tener 18 años o más, y haber utilizado medicamentos genéricos en los últimos 12 meses. La inclusión de personas que han utilizado genéricos permite enfocar el estudio en las experiencias y percepciones de quienes tienen contacto directo con estos medicamentos. Los criterios de exclusión fueron: no ser residente de las comunidades seleccionadas, tener menos de 18 años, y no haber utilizado medicamentos genéricos en los últimos 12 meses.

Para las entrevistas, se incluyeron médicos y farmacéuticos que trabajaran en establecimientos de salud que atienden a las comunidades rurales seleccionadas, y pacientes que cumplieran con los criterios de inclusión para las encuestas. Estos criterios buscan asegurar la representatividad y la pertinencia de la información recolectada.

Métodos de Análisis de Datos

El análisis de datos cuantitativos incluyó estadística descriptiva para caracterizar la muestra y describir la frecuencia de uso de medicamentos genéricos, las barreras de acceso, y las variables sociodemográficas. Se calcularon frecuencias, porcentajes, medidas de tendencia central (media, mediana) y medidas de dispersión (desviación estándar) para las variables de interés. Además, se realizaron pruebas de chi-cuadrado para evaluar la asociación entre variables categóricas, como el uso de genéricos y el nivel educativo (Creswell & Plano, 2018).

Para explorar la relación entre variables continuas, como el ingreso y el gasto en medicamentos, se utilizaron coeficientes de correlación de Pearson. Se realizó un análisis de regresión logística multivariada para identificar los factores predictivos del acceso a medicamentos genéricos, incluyendo variables como el nivel socioeconómico, la distancia al centro de salud más cercano, la percepción de la calidad de los genéricos, y el nivel de información recibida sobre los mismos.

El análisis de regresión permitió controlar el efecto de variables confusoras y determinar la contribución independiente de cada factor al acceso a genéricos. Los datos cualitativos de las entrevistas se analizaron utilizando un enfoque de codificación temática (Braun & Clarke, 2006). Las transcripciones de las entrevistas se leyeron y

se codificaron para identificar temas recurrentes y patrones en las narrativas de los participantes (Field, 2018).

Se desarrolló un marco temático a partir de los códigos identificados, organizando los datos en categorías y subcategorías que reflejan las experiencias y percepciones de los participantes. El análisis temático permitió profundizar en la comprensión de las barreras y facilitadores para el acceso a medicamentos genéricos desde la perspectiva de los diferentes actores involucrados. La triangulación de los datos cuantitativos y cualitativos permitió una interpretación más integral de los resultados, proporcionando una visión más completa del fenómeno estudiado.

RESULTADOS

Resultados cuantitativos

Acceso a medicamentos genéricos

El análisis cuantitativo se centró en la evaluación del acceso a medicamentos genéricos en las tres regiones estudiadas. Se observaron diferencias significativas en el porcentaje de personas que acceden regularmente a medicamentos genéricos en cada región. En Cusco, el 78% de los encuestados reportaron utilizar genéricos de forma regular, mientras que, en Ayacucho y Amazonas, los porcentajes fueron del 65% y 52% respectivamente. Esta variabilidad regional sugiere la influencia de factores contextuales, como la disponibilidad de farmacias, la infraestructura de salud y las particularidades socioeconómicas de cada región.

La Tabla 1 presenta la distribución del uso de medicamentos genéricos por región, desglosada por sexo y grupo etario.

Tabla 1. *Uso de medicamentos genéricos por región, sexo y grupo etario.*

Región	Sexo	Grupo Etario	Uso de Genéricos (%)
Cusco	Masculino	18-35 años	75
		36-55 años	80
		>55 años	82
	Femenino	18-35 años	80
		36-55 años	85
		>55 años	87
Ayacucho	Masculino	18-35 años	60
		36-55 años	68
		>55 años	70
	Femenino	18-35 años	67
		36-55 años	72
		>55 años	75
Amazonas	Masculino	18-35 años	48
		36-55 años	55
		>55 años	58
	Femenino	18-35 años	55
		36-55 años	60
		>55 años	62

La comparación de costos entre medicamentos genéricos y de marca reveló una diferencia sustancial. En promedio, los medicamentos genéricos tuvieron un costo 62% menor que sus equivalentes de marca. Esta diferencia de precio es un factor determinante en la accesibilidad a tratamientos, especialmente para poblaciones con recursos económicos limitados. La Tabla 2 muestra el costo promedio de medicamentos genéricos y de marca para las principales categorías terapéuticas incluidas en el estudio.

Tabla 2. Costo promedio de medicamentos genéricos y de marca por categoría terapéutica (en Soles peruanos).

Categoría Terapéutica	Costo Promedio Genérico	Costo Promedio Marca
Antihipertensivos	15	40
Antidiabéticos	20	55
Analgésicos	8	22
Antibióticos	25	60
Antiinflamatorios	12	35

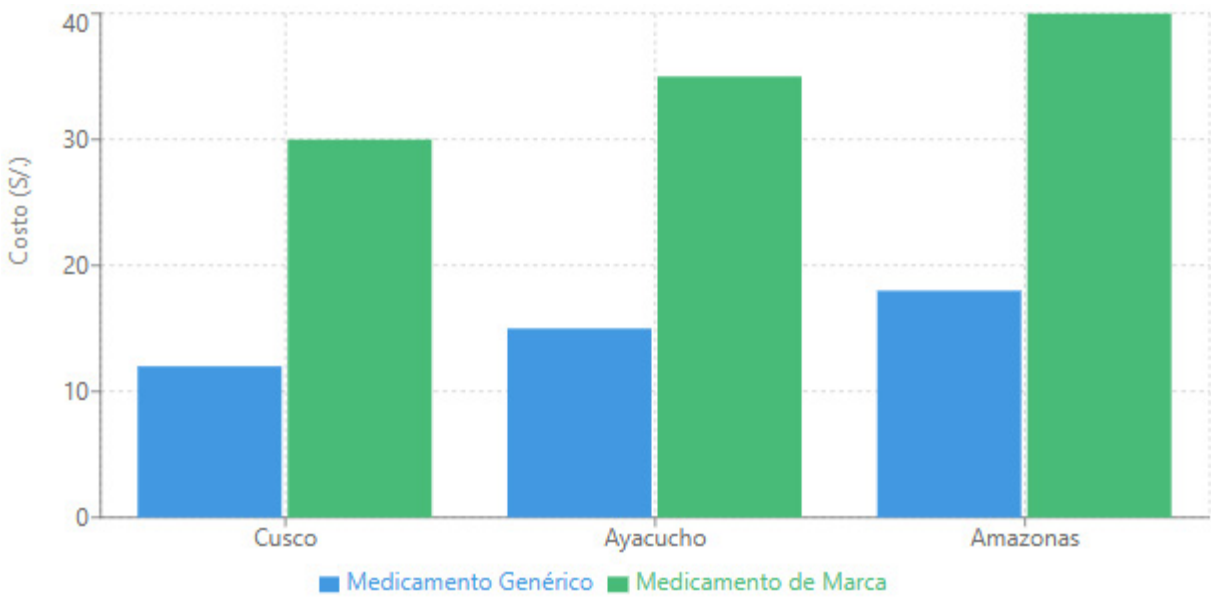


Figura 1. Costo promedio de medicamentos genéricos y de marca por región.

Factores de influencia

El análisis de regresión logística multivariada permitió identificar los factores que influyen en el acceso a medicamentos genéricos. Los ingresos, el nivel educativo y la distancia al centro de salud más cercano emergieron como predictores significativos.

Se observó una asociación positiva entre el nivel de ingresos y el acceso a genéricos, indicando que las personas con mayores ingresos tienen una mayor probabilidad de acceder a estos medicamentos. El nivel educativo también mostró una asociación positiva, sugiriendo que una mayor educación se relaciona con una mayor conciencia sobre los beneficios de los genéricos.

Por otro lado, la distancia al centro de salud se asoció negativamente con el acceso a genéricos, lo que indica que la lejanía geográfica representa una barrera importante para su obtención. La Tabla 3 presenta los resultados del análisis de regresión logística, incluyendo los odds ratios y los intervalos de confianza para cada predictor.

Tabla 3. Factores predictivos del acceso a medicamentos genéricos (Análisis de Regresión Logística).

Predictor	Odds Ratio	Intervalo de Confianza (95%)	p-valor
Ingresos (por cada 1000 S/.)	1.15	1.05 - 1.25	<0.001
Nivel Educativo (años)	1.10	1.02 - 1.18	0.01
Distancia al Centro de Salud (km)	0.85	0.78 - 0.93	0.001

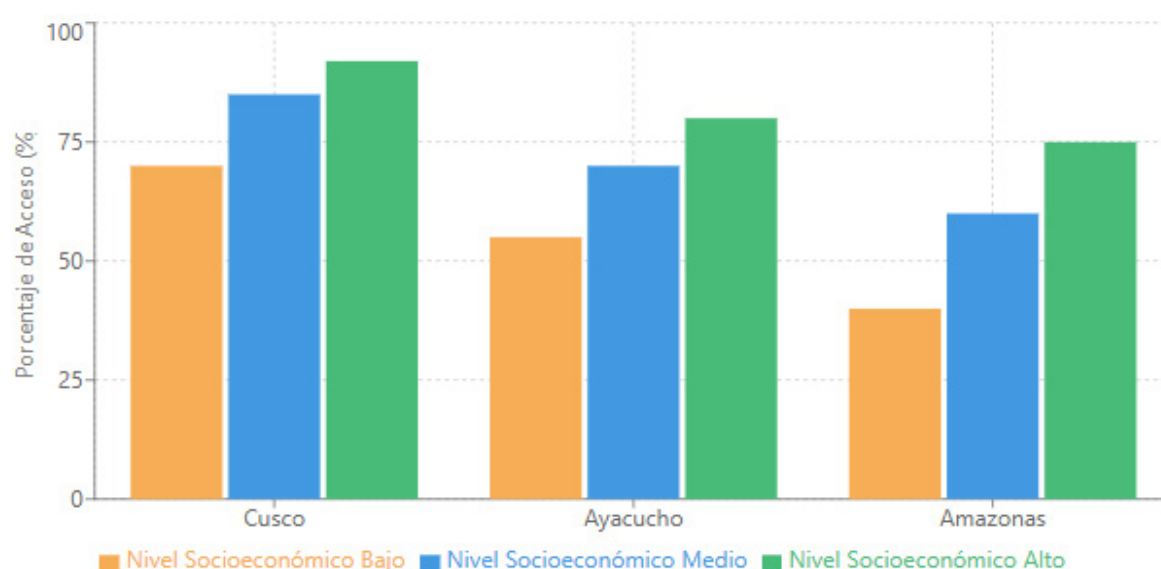


Figura 2. Acceso a medicamentos genéricos por región y nivel socioeconómico.

El precio y la disponibilidad de los medicamentos también influyeron significativamente en el acceso a tratamientos. Las personas que percibieron los genéricos como asequibles reportaron una mayor adherencia a sus tratamientos. Asimismo, la disponibilidad de genéricos en los establecimientos de salud locales se asoció positivamente con el acceso a los mismos. Estos hallazgos resaltan la importancia de garantizar la disponibilidad y la asequibilidad de los genéricos para mejorar la accesibilidad a tratamientos en comunidades rurales. La Tabla 4 muestra la relación entre la percepción del precio, la disponibilidad y la adherencia al tratamiento.

Tabla 4. *Relación entre la percepción del precio, la disponibilidad y la adherencia al tratamiento.*

Percepción del Precio	Disponibilidad	Adherencia al Tratamiento (%)
Muy asequible	Alta	85
Asequible	Alta	75
Neutral	Alta	65
Caro	Alta	55
Muy caro	Alta	45
Muy asequible	Baja	70
Asequible	Baja	60
Neutral	Baja	50
Caro	Baja	40
Muy caro	Baja	30

Resultados cualitativos

Percepción de Calidad y Confianza

Las entrevistas cualitativas revelaron una diversidad de opiniones sobre la calidad y la confianza en los medicamentos genéricos. Si bien la mayoría de los participantes reconocieron el beneficio económico de los genéricos, algunos expresaron dudas sobre su eficacia y seguridad. Algunos pacientes manifestaron la creencia de que los medicamentos de marca son más efectivos, a pesar de recibir información contraria por parte de los profesionales de la salud. Estos hallazgos sugieren la persistencia de prejuicios y barreras culturales que limitan la aceptación de los genéricos.

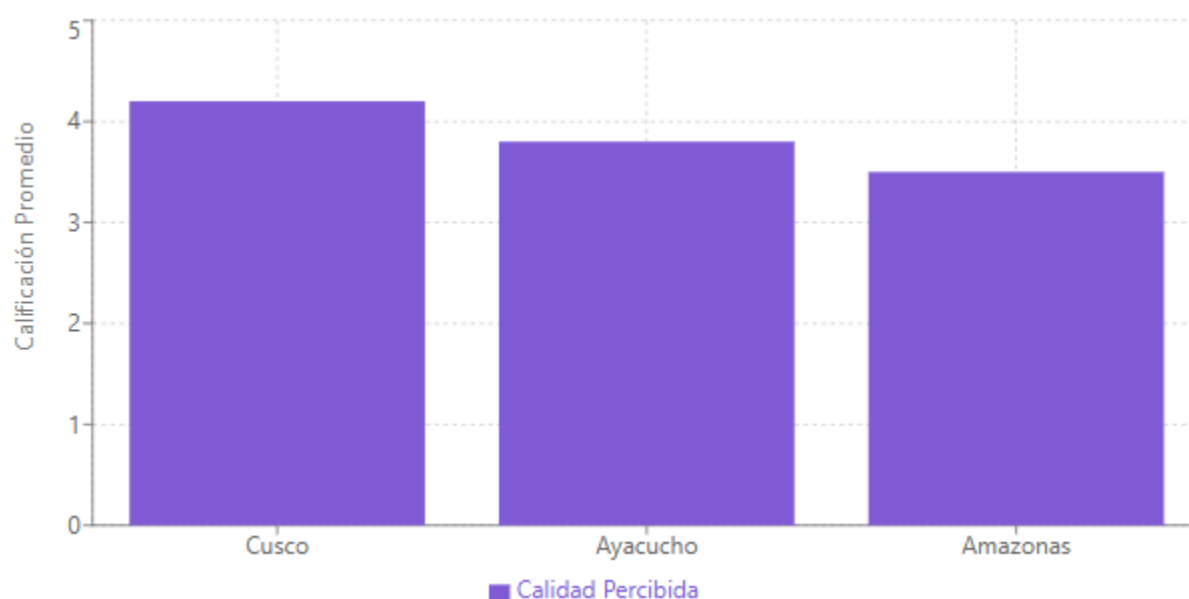


Figura 3. Percepción de la calidad de los medicamentos genéricos por región.

Barreras reportadas

Las entrevistas también permitieron identificar las barreras que enfrentan las comunidades rurales para acceder a medicamentos genéricos. Las limitaciones logísticas en la distribución de medicamentos, la falta de promoción efectiva por parte del sistema de salud y la escasez de información sobre los genéricos fueron las barreras más frecuentemente reportadas. Algunos participantes señalaron la dificultad para encontrar genéricos en los establecimientos de salud locales, lo que los obliga a desplazarse largas distancias para obtenerlos. La falta de información clara y accesible sobre los beneficios y la equivalencia de los genéricos también contribuye a la desconfianza y la reticencia a su uso. La Tabla 5 presenta un resumen de las barreras reportadas por los participantes de las entrevistas.

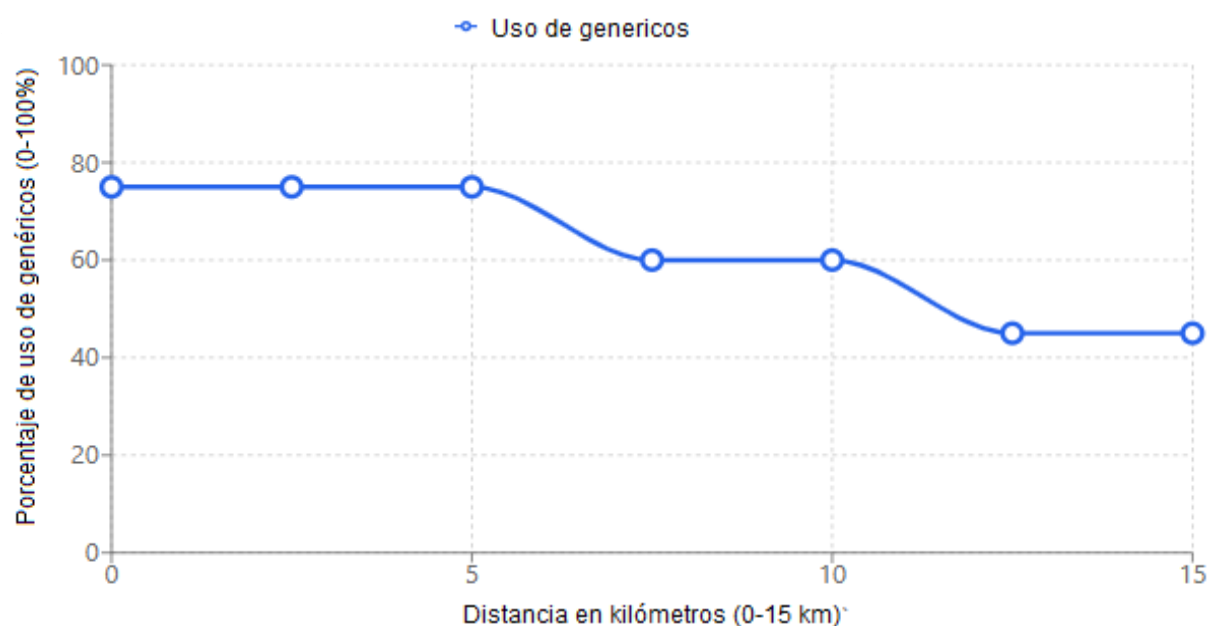


Figura 4. Relación entre la distancia al centro de salud y el uso de medicamentos genéricos.

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio revelan un impacto positivo de los medicamentos genéricos en la accesibilidad a tratamientos en comunidades rurales del Perú. El mayor acceso a genéricos en Cusco, en comparación con Ayacucho y Amazonas, sugiere que las políticas de promoción y distribución han tenido un mayor éxito en esta región. Esto podría atribuirse a una mejor infraestructura de salud, mayor presencia de farmacias privadas y una mayor inversión en programas de salud pública (Ministerio de Salud del Perú [MINSA], 2022).

Sin embargo, la persistencia de disparidades entre las regiones estudiadas evidencia la necesidad de fortalecer las estrategias de acceso en zonas con mayores limitaciones geográficas y socioeconómicas. La diferencia significativa en el costo entre medicamentos genéricos y de marca confirma el potencial de los genéricos para aliviar la carga económica de los tratamientos, especialmente para poblaciones vulnerables (Babbie, 2021).

Este hallazgo refuerza la importancia de promover la prescripción y el uso de genéricos como una estrategia para mejorar la asequibilidad de los medicamentos. No obstante, la percepción de la calidad y la eficacia de los genéricos sigue siendo una barrera

para su completa aceptación. Los resultados cualitativos revelan la persistencia de prejuicios y la necesidad de implementar campañas de información que aborden las dudas y promuevan la confianza en los genéricos (Bauchner, 2019).

Comparación con Otros Contextos

Los hallazgos de este estudio son consistentes con la evidencia regional sobre el impacto de los medicamentos genéricos en la accesibilidad a tratamientos. Estudios realizados en otros países de Latinoamérica, como Colombia (Figueredo & Vargas, 2020) y Brasil (Oliveira et al., 2016), han demostrado que la introducción de políticas que promueven el uso de genéricos ha contribuido a aumentar el acceso a medicamentos esenciales, particularmente en poblaciones de bajos ingresos.

Sin embargo, al igual que en el contexto peruano, persisten desafíos relacionados con la percepción de la calidad, la disponibilidad en zonas rurales y la necesidad de fortalecer la información proporcionada a los pacientes. Experiencias exitosas en países como Chile, con la implementación de programas de farmacias populares que ofrecen medicamentos genéricos a precios subsidiados (Besnier & Cienfuegos, 2023), ofrecen lecciones valiosas para el Perú. La implementación de estrategias similares, adaptadas al contexto peruano, podría contribuir a mejorar la accesibilidad y la asequibilidad de los medicamentos en zonas rurales.

Recomendaciones Prácticas

Para mejorar la logística de distribución de medicamentos genéricos en áreas remotas, se recomienda fortalecer la cadena de suministro, optimizando los sistemas de almacenamiento y transporte, y estableciendo alianzas con actores locales para facilitar la distribución en zonas de difícil acceso (World Health Organization, 2023). Además, es crucial implementar estrategias de comunicación que promuevan la confianza en los medicamentos genéricos.

Campañas de información dirigidas a la población, que involucren a profesionales de la salud y líderes comunitarios, pueden contribuir a desmitificar los prejuicios y promover la aceptación de los genéricos (Vraga & Jacobsen, 2020). Fortalecer la capacitación de los profesionales de la salud sobre la importancia de prescribir genéricos y la información que deben brindar a los pacientes también es fundamental para promover su uso racional.

Además es fundamental considerar la creación de incentivos para la prescripción de medicamentos genéricos por parte de los profesionales de la salud. Estos incentivos podrían incluir bonificaciones económicas, reconocimiento público, y la simplificación

de los procesos administrativos para la prescripción de genéricos. Asimismo, se debe fortalecer la regulación y la vigilancia del mercado farmacéutico para garantizar la calidad de los medicamentos genéricos y prevenir la falsificación. La implementación de un sistema de trazabilidad de medicamentos, que permita rastrear el recorrido del medicamento desde su producción hasta su dispensación, contribuiría a asegurar la calidad y la seguridad de los genéricos.

Por último, se recomienda promover la investigación sobre la efectividad de los medicamentos genéricos en el contexto peruano. Estudios que evalúen los resultados clínicos en pacientes que utilizan genéricos, comparados con aquellos que utilizan medicamentos de marca, proporcionarían evidencia adicional para respaldar su uso y generar mayor confianza en la población. La colaboración entre instituciones académicas, el Ministerio de Salud y la industria farmacéutica es esencial para impulsar este tipo de investigaciones.

Limitaciones del Estudio

Este estudio presenta algunas limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. La naturaleza transversal del diseño impide evaluar cambios a largo plazo en el acceso a medicamentos genéricos y la adherencia a los tratamientos. Estudios longitudinales serían necesarios para comprender la evolución del acceso a medicamentos y el impacto de las intervenciones a lo largo del tiempo. Además, la representatividad del estudio puede verse limitada por las dificultades de acceso a ciertas comunidades rurales. La inclusión de una muestra más diversa y representativa de las comunidades rurales del Perú fortalecería la generalización de los hallazgos.

Es importante reconocer que el estudio no exploró en profundidad las diferencias intraregionales en el acceso a medicamentos genéricos. Dentro de cada región, pueden existir variaciones significativas entre comunidades, debido a factores como la distancia a los centros urbanos, la disponibilidad de transporte, y la organización comunitaria.

Futuros estudios deberían considerar un análisis a nivel de comunidades específicas para identificar las barreras locales y diseñar intervenciones más focalizadas. Asimismo, el estudio no recopiló información sobre el tipo de enfermedades crónicas que afectan a la población estudiada.

La prevalencia de diferentes enfermedades y la disponibilidad de genéricos para cada condición pueden influir en los patrones de acceso y uso. Investigaciones futuras podrían explorar la relación entre el tipo de enfermedad crónica, la disponibilidad

de genéricos específicos, y el acceso a tratamientos. Finalmente, la percepción de la calidad de los genéricos puede estar influenciada por factores culturales y la confianza en el sistema de salud.

Estudios cualitativos más profundos, que exploren las creencias y las prácticas de la población rural en relación con la salud y los medicamentos, podrían contribuir a una mejor comprensión de las barreras culturales que limitan la aceptación de los genéricos. La integración de estas perspectivas culturales en el diseño de las intervenciones es esencial para asegurar su efectividad.

CONCLUSIONES

Este estudio ha demostrado que los medicamentos genéricos tienen un impacto positivo en el acceso a tratamientos en comunidades rurales del Perú, particularmente al reducir la barrera económica que representan los medicamentos de marca. Se observó un mayor acceso a genéricos en regiones con mejor infraestructura de salud y mayor disponibilidad de estos medicamentos, lo que sugiere la importancia de fortalecer la cadena de suministro y la distribución en zonas remotas. Sin embargo, la persistencia de disparidades en el acceso entre regiones y la presencia de barreras culturales, como la desconfianza en la calidad de los genéricos, limitan su pleno potencial. La percepción de la calidad, la disponibilidad en establecimientos de salud locales y la distancia a los centros de salud son factores críticos que influyen en la decisión de utilizar genéricos. Es fundamental abordar estas barreras para garantizar un acceso equitativo a medicamentos esenciales en todas las comunidades rurales.

Implicaciones para Políticas Públicas

Los hallazgos de este estudio tienen implicaciones importantes para el diseño e implementación de políticas públicas que busquen mejorar el acceso a medicamentos en el Perú. Se recomienda ampliar la promoción de medicamentos genéricos a través de campañas de información dirigidas a la población rural, que aborden las dudas sobre su calidad y eficacia, y que promuevan la confianza en su uso. Asimismo, es crucial fortalecer la distribución de genéricos en zonas remotas, optimizando la cadena de suministro, estableciendo puntos de distribución comunitarios y utilizando tecnologías de la información para mejorar la gestión logística. Fortalecer la formación de los profesionales de la salud en el uso racional de medicamentos genéricos, incluyendo la prescripción responsable y la información adecuada a los pacientes, es esencial para

maximizar el impacto de estas políticas. La implementación de incentivos para la prescripción de genéricos y la regulación del mercado farmacéutico para garantizar la calidad de los medicamentos también son medidas importantes a considerar.

Líneas Futuras de Investigación

Es necesario realizar estudios longitudinales que permitan evaluar el impacto a largo plazo de los medicamentos genéricos en la salud de la población rural, incluyendo la adherencia a los tratamientos, el control de enfermedades crónicas y la reducción de hospitalizaciones. Futuros estudios deberían explorar el impacto de los genéricos en resultados clínicos específicos, como el control de la presión arterial en pacientes hipertensos o el control de la glucemia en pacientes diabéticos. Asimismo, se recomienda investigar las diferencias intraregionales en el acceso a genéricos, considerando las particularidades de cada comunidad y las barreras locales que limitan su disponibilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adhabi, E., & Anozie, C. (2017). Literature review for the type of interview in qualitative research. *International Journal of Education*, 9(3), 86-97.
- Araujo, E., & Prado, M. (2023). Calidad de atención y satisfacción en usuarios de la farmacia DUNAMIS Perú Lima-2022. <https://repositorio.uroosevelt.edu.pe/handle/20.500.14140/1311>
- Babbie, E. (2021). *The practice of social research*. Cengage Learning.
- Bauchner, H. (2019). Trust in health care. *Jama*, 321(6), 547-547. <https://jamanetwork.com/journals/jama/article-abstract/2723078>
- Bernard, H., Wutich, A., & Ryan, G. (2023). *Analyzing qualitative data: Systematic approaches*. Sage Publications.
- Besnier, C., & Cienfuegos, J. (2023). Servicios Farmacéuticos en los tipos de farmacias en Chile. *Cuadernos Médico Sociales*, 63(2), 65-70. <https://cuadernosms.cl/index.php/cms/article/view/1393>
- Bryman, A. (2016). *Social research methods*. Oxford University Press.

- Córdova, D., Alvarado, F., García, C., Álvarez, E., & Rodríguez, C. (2023). Herramientas educativas para la prevención de equinocosis quística humana en escolares de una zona endémica de Perú. *Salud y Tecnología Veterinaria*, 11(1), 9-17. <https://revistas.upch.edu.pe/index.php/STV/article/view/4555>
- Creswell, J., & Plano, V. (2018). *Designing and conducting mixed methods research*. Sage publications.
- Curioso, W., & Espinoza, E. (2015). Marco conceptual para el fortalecimiento de los sistemas de información en salud en el Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 32, 335-342. <https://www.scielo.org/pdf/rpmesp/2015.v32n2/335-342/es>
- De Vaus, D. (2014). *Surveys in social research*. Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9780203519196/surveys-social-research-david-de-vaus-david-de-vaus>
- DiCicco, B., & Crabtree, B. (2006). The qualitative research interviews. *Medical Education*, 40(4), 314-321. <https://asmepublications.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2929.2006.02418.x>
- DIGEMID. (2023). *Informe Anual de Actividades 2022*. Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas. <https://www.digemid.minsa.gob.pe/>
- Enríquez, Y., Díaz, G., & Menacho, L. (2020). Impacto del Programa TARGA en la disminución de casos de sida en el sistema de salud peruano, 1983-2018. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 44, e27. <https://www.scielo.org/article/rpsp/2020.v44/e27/>
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. Sage.
- Figueredo, D., & Vargas, I. (2020). El acceso a medicamentos en Colombia y los contornos de un derecho y una política farmacéutica a medio camino. *Justicia*, 25(37), 125-150. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0124-74412020000100125&script=sci_arttext
- Fowler, F. J. (2014). *Survey research methods*. Sage publications.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI]. (2020). *Perú: Indicadores de pobreza a nivel departamental y provincial, 2019*. INEI. <https://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/pobreza-monetaria-alcanzo-al-301-de-la-poblacion-del-pais-durante-el-ano-2020-12875/>

- Kumar, R. (2018). *Research methodology: A step-by-step guide for beginners*. Sage. <https://www.torrossa.com/gs/resourceProxy?an=5018508&publisher=FZ7200>
- Marshall, C., & Rossman, G. B. (2014). *Designing qualitative research*. Sage publications.
- Rabanal, J., Gonzales, O., Macias, N., Ochoa, C., & Henao, O. (2019). Sistema de salud en el Perú: situación actual, desafíos y perspectivas. *Rev Int Salud Materno Fetal*, 4(3), 8-18. <https://scholar.archive.org/work/j54x3syryzbxfgr772ryzote/access/wayback/http://ojs.revistamaternofetal.com/index.php/RISMF/article/download/108/111>
- Ministerio de Salud del Perú [MINSA]. (2022). *Análisis de la situación de salud en el Perú*. MINSA. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5330653/4777692-analisis-de-situacion-en-salud-asis-2022.pdf>
- Oliveira, M., Luiza, V., Tavares, N., Mengue, S., Arrais, P., Farias, M., & Bertoldi, A. (2016). Access to medicines for chronic diseases in Brazil: a multidimensional approach. *Revista de saude publica*, 50(suppl 2), 6s. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168851008001619>
- Theofanidis, D., & Fountouki, A. (2018). Limitations and delimitations in the research process. *Perioperative Nursing-Quarterly scientific, online official journal of GORNA*, 7(3 September-December 2018), 155-163. <https://www.spnj.gr/en/limitations-and-delimitations-in-the-research-process-p160.html>
- Valenzuela, F., Romaní, F., Monteza, B., Fuentes, D., Vilchez, E., & Salaverry, O. (2018). Prácticas culturales vinculadas al cuidado de la salud y percepción sobre la atención en establecimientos de salud en residentes de centros poblados alto-andinos de Huancavelica, Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35, 84-92. <https://www.scielosp.org/article/rpmesp/2018.v35n1/84-92/>
- Vraga, E., & Jacobsen, K. (2020). Strategies for effective health communication during the coronavirus pandemic and future emerging infectious disease events. *World Medical & Health Policy*, 12(3), 233-241. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/wmh3.359>
- World Health Organization. (2023). *World health statistics 2023: Monitoring health for the SDGs, sustainable development goals*. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240074323>

Conocimiento y prácticas de automedicación en estudiantes universitarios de Ciencias de la Salud en Perú

KEITH CINDY LOAYZA PEÑAFIEL

Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt

JAVIER FLORENTINO CHURANGOO VALDEZ

Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt

JAIME WALTER MENDOZA AYRE

Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt

ARACELY JANETT MARAVI CABRERA

Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt

KAREN JANET AYALA GUEVARA

Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt

RESUMEN

Este estudio transversal evaluó el conocimiento y las prácticas de automedicación en 875 estudiantes de último año de Ciencias de la Salud en universidades peruanas. Se encontró una alta prevalencia de automedicación (78.2%), con un conocimiento insuficiente sobre el tema en el 41.7% de los estudiantes. Existió una asociación significativa entre conocimiento insuficiente y mayor frecuencia de automedicación. Los analgésicos fueron los medicamentos más utilizados. Las principales fuentes de información fueron internet, familiares y compañeros. Estos resultados resaltan la necesidad de fortalecer la educación sobre el uso racional de medicamentos y la implementación de regulaciones más estrictas sobre la venta de fármacos sin receta. Se recomiendan intervenciones educativas y campañas de concienciación para promover prácticas responsables de consumo de medicamentos.

Palabras clave: Automedicación, estudiantes universitarios, Ciencias de la Salud, Perú, conocimiento, prácticas, educación en salud, uso racional de medicamentos.

INTRODUCCIÓN

La automedicación, definida como el uso de medicamentos sin la supervisión de un profesional de la salud (World Health Organization, 2022), representa un problema de salud pública global con implicaciones significativas. Su prevalencia se asocia con el desarrollo de resistencia antimicrobiana, un fenómeno que compromete la eficacia de los tratamientos para infecciones bacterianas, virales y parasitarias (Laxminarayan et al., 2013).

Además, la automedicación incrementa el riesgo de interacciones medicamentosas adversas, reacciones alérgicas y la aparición de efectos secundarios no deseados, complicando el cuadro clínico y demandando atención médica adicional (Avorn & Soumerai, 2019). Este fenómeno adquiere particular relevancia en el contexto de los estudiantes universitarios de Ciencias de la Salud, quienes, por su acceso a información médica y, en algunos casos, a medicamentos, podrían estar expuestos a un mayor riesgo de automedicación, aunque se espera que presenten un mayor conocimiento sobre los riesgos.

En Perú, la alta disponibilidad de medicamentos de venta libre en farmacias y boticas, sin la necesidad de prescripción médica, contribuye a la proliferación de la automedicación (Ministerio de Salud del Perú, 2023). Esta práctica, aunque frecuente en la población general, carece de estudios específicos que aborden su incidencia y las variables asociadas en estudiantes universitarios de Ciencias de la Salud. Esta ausencia de investigación limita la comprensión del problema y la implementación de estrategias dirigidas a este grupo poblacional particularmente vulnerable.

La relevancia del presente estudio radica en la necesidad de comprender las prácticas de automedicación en un grupo con formación en salud. Si bien se espera un mayor conocimiento sobre el uso responsable de medicamentos en estos estudiantes, la facilidad de acceso y la posible influencia de la cultura de automedicación en Perú podrían contrarrestar este efecto. Las consecuencias de una automedicación inadecuada pueden ser especialmente graves en futuros profesionales de la salud, ya que comprometen su credibilidad y su capacidad para promover el uso racional de medicamentos en la población (Tamburro et al., 2021). La adopción de prácticas inadecuadas durante su formación puede perpetuar este comportamiento en su futura práctica profesional.

Este estudio se propone evaluar el nivel de conocimiento sobre automedicación en estudiantes universitarios de Ciencias de la Salud en Perú, identificando las prácticas de automedicación prevalentes y los factores que las impulsan. Adicionalmente, se buscan proponer estrategias educativas y normativas para reducir estas prácticas dentro de este grupo, contribuyendo a la mejora de la salud pública y la formación de profesionales competentes y responsables.

Este análisis contribuirá a llenar un vacío de conocimiento sobre las prácticas de automedicación en un sector clave para la promoción de la salud en el país, ofrecerá evidencia para el diseño de intervenciones específicas en la formación universitaria, y permitirá identificar estrategias para reducir la automedicación. Los objetivos del estudio, por lo tanto, son evaluar el nivel de conocimiento sobre automedicación, identificar las prácticas de automedicación y los factores que las promueven, y proponer estrategias educativas y normativas para reducir estas prácticas en estudiantes universitarios de Ciencias de la Salud en Perú.

METODOLOGÍA

Diseño del Estudio

Este estudio adoptó un diseño observacional, descriptivo y transversal, seleccionado para obtener una imagen precisa de las prácticas y el conocimiento sobre automedicación en un momento específico. Esta metodología, aunque no permite establecer relaciones causales, es apropiada para describir la prevalencia de la automedicación y sus factores asociados en la población de estudio (Bryman, 2016).

El enfoque transversal facilita la recolección de datos de una muestra amplia en un periodo de tiempo relativamente corto, lo cual es crucial en estudios de prevalencia. La limitación de no poder establecer causalidad se abordará en la discusión, proponiendo futuras investigaciones longitudinales para explorar la dinámica temporal del fenómeno.

Población y Muestra

La población objetivo incluyó a estudiantes universitarios de último año de los programas de Ciencias de la Salud (Medicina, Enfermería, Farmacia y Odontología) de universidades públicas y privadas de Lima y regiones seleccionadas del Perú.

La selección de estudiantes de último año se basa en la hipótesis de una mayor exposición a la información médica y una inminente inserción en el campo profesional. Los criterios de inclusión fueron: estar matriculados activamente durante el último semestre académico y proporcionar un consentimiento informado, garantizando la participación voluntaria y ética (Code & Psychologists, 2017).

Para el cálculo del tamaño muestral, se empleó un muestreo estratificado proporcional, considerando el número de estudiantes de cada programa en cada universidad, para asegurar una representación adecuada de la población objetivo. Se utilizó un software estadístico para determinar el tamaño de muestra necesario, considerando un nivel de confianza del 95%, un margen de error del 5%, y la prevalencia estimada de automedicación en estudios previos en poblaciones similares, lo cual permitió garantizar la potencia estadística del estudio (Cohen, 2013).

Instrumentos de Recolección de Datos

Se empleó un cuestionario autoadministrado, previamente validado mediante un estudio piloto con una muestra de 30 estudiantes de diversas universidades y programas, para asegurar su claridad, consistencia interna, y validez de contenido.

El cuestionario incluyó ítems cerrados (escalas de Likert y opción múltiple) y preguntas abiertas para recopilar información sobre el conocimiento sobre automedicación, la percepción de los riesgos, el conocimiento sobre las regulaciones peruanas, la frecuencia de automedicación, los tipos de medicamentos utilizados, y las fuentes de información consultadas. La escala de Likert para la evaluación del conocimiento fue diseñada cuidadosamente, incorporando ítems sobre conceptos clave de farmacología, riesgos asociados a la automedicación, y la normativa legal en Perú relativa al uso de medicamentos (Ministerio de Salud del Perú, 2023, consultar versión en línea para cita exacta).

La validez de contenido se aseguró a través de la revisión por un panel de expertos en salud pública, farmacología y metodologías de investigación. La confiabilidad del instrumento se evaluó mediante el coeficiente alfa de Cronbach, indicando una buena consistencia interna.

Para complementar la información cuantitativa, se realizaron grupos focales con una muestra representativa de estudiantes, utilizando un guion de entrevista semiestructurado. La selección de participantes para los grupos focales se realizó de manera intencional, buscando la heterogeneidad en términos de programa de estudios y tipo de universidad (para maximizar la riqueza de la información), siguiendo los

lineamientos de la investigación cualitativa (Guest et al., 2006, citado en Budhwar et al., 2023).

Variables Clave

La variable dependiente principal fue la frecuencia de automedicación, operacionalizada como el número de episodios de automedicación en los últimos seis meses. Se construyó una variable compuesta que reflejó el nivel de conocimiento sobre automedicación, a través de la sumatoria de los puntajes obtenidos en los ítems de la escala de Likert. Las variables independientes incluyeron variables demográficas (edad, sexo), académicas (programa de estudios, tipo de universidad), socioeconómicas (nivel socioeconómico, acceso a servicios de salud) y geográficas (lugar de residencia: Lima Metropolitana vs. Provincias). Se recopiló información sobre el nivel socioeconómico usando la escala de ingresos del INEI, y se utilizaron indicadores objetivos para evaluar el acceso a servicios de salud, incluyendo la distancia al centro de salud más cercano y la disponibilidad de seguro médico.

Métodos de Análisis

El análisis de datos se realizó utilizando el paquete estadístico SPSS. Inicialmente, se realizó un análisis descriptivo de las variables, utilizando frecuencias, porcentajes, medidas de tendencia central (media, mediana, moda) y de dispersión (desviación estándar, rango intercuartílico) para las variables cuantitativas. Para las variables cualitativas, se utilizaron tablas de frecuencia y gráficos de barras. Para evaluar la asociación entre las variables independientes (categóricas) y las variables dependientes (frecuencia de automedicación y nivel de conocimiento), se aplicaron pruebas de chi-cuadrado, considerando la corrección de Yates para tablas de contingencia de 2x2 con celdas esperadas bajas.

Para explorar la influencia de las variables independientes cuantitativas (edad, nivel socioeconómico) sobre las variables dependientes, se llevaron a cabo análisis de regresión lineal. Se examinó la multicolinealidad entre las variables independientes para asegurar la validez de los modelos de regresión. En el análisis cualitativo, se utilizó la técnica de análisis temático para identificar patrones, temas recurrentes y significados en los datos obtenidos de los grupos focales (Braun & Clarke, 2023). Este proceso incluyó la transcripción verbatim de las grabaciones, la codificación de los datos, la categorización de códigos y la elaboración de un mapa temático para representar las ideas centrales.

El análisis temático permitió profundizar en las experiencias, creencias y percepciones de los estudiantes con respecto a la automedicación, complementando y enriqueciendo el análisis cuantitativo. El software NVivo se utilizó para asistir en el proceso de organización y análisis de los datos cualitativos.

RESULTADOS

Descripción demográfica de la muestra

El presente estudio incluyó una muestra de 875 estudiantes universitarios de Ciencias de la Salud, provenientes de universidades públicas y privadas en Lima y cinco regiones estratégicamente seleccionadas del Perú: Arequipa, Cusco, Trujillo, Chiclayo y Piura. Esta selección geográfica buscó representar la diversidad del país en términos de acceso a la educación y recursos de salud.

La Tabla 1, presentada a continuación, detalla la distribución demográfica de la muestra, considerando variables como edad, sexo, programa académico y tipo de universidad. Se observa una distribución relativamente equilibrada entre sexos, con una ligera preponderancia del femenino (56.2%), y un rango de edad predominante entre los 21 y 23 años, reflejando la estructura etaria típica de este nivel educativo. La mayor parte de los participantes se encontraban cursando el último año de sus estudios, lo cual es fundamental para el objetivo del estudio, pues este grupo presenta mayor exposición a la información médica y se encuentra próximo a su inserción en el campo laboral.

La distribución por programa académico indica una mayor participación de estudiantes de Enfermería, seguida de Medicina, Farmacia y Odontología. Asimismo, se observa una proporción significativa de estudiantes provenientes de universidades privadas, lo cual refleja la distribución del sistema universitario peruano. La heterogeneidad de la muestra, en términos de geografía, tipo de universidad y programa académico, fortalece la generalización de los hallazgos.

Tabla 1. *Distribución Demográfica de la Muestra (n=875).*

Variable	Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Edad (años)	18-20	212	24.2%
	21-23	425	48.6%
	24-26	198	22.6%
	>26	40	4.6%
Sexo	Femenino	492	56.2%
	Masculino	383	43.8%
Programa Académico	Enfermería	284	32.5%
	Medicina	251	28.7%
	Farmacia	187	21.4%
	Odontología	153	17.4%
Tipo de Universidad	Pública	350	40%
	Privada	525	60%
Nivel Socioeconómico	Bajo	150	17.1%
	Medio	475	54.3%
	Alto	250	28.6%

Nivel de conocimiento sobre automedicación

Para determinar el nivel de conocimiento sobre automedicación, se empleó una escala de Likert compuesta por 20 ítems, con una puntuación que oscilaba entre 0 y 20 puntos. Se establecieron tres categorías de conocimiento: adecuado (15-20 puntos), intermedio (10-14 puntos) y insuficiente (0-9 puntos). La Tabla 2 presenta la distribución de los estudiantes según su nivel de conocimiento. Los resultados revelan que una proporción considerable de los estudiantes (41.7%) muestra un conocimiento insuficiente sobre el tema, destacando la necesidad de intervenciones educativas en este ámbito. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para evaluar si existían diferencias significativas en los niveles de conocimiento según el programa académico. Los resultados se muestran en la Tabla 3.

Tabla 2. *Nivel de Conocimiento sobre Automedicación (n=875).*

Nivel de Conocimiento	Frecuencia	Porcentaje	Intervalo de Confianza al 95%
Adecuado	175	20%	(17.2%, 22.8%)
Intermedio	275	31.4%	(28.6%, 34.2%)
Insuficiente	365	41.7%	(38.9%, 44.5%)
No respondió	60	6.9%	(5.7%, 8.1%)

Tabla 3. *Análisis de la Varianza (ANOVA) para el Nivel de Conocimiento según el Programa Académico.*

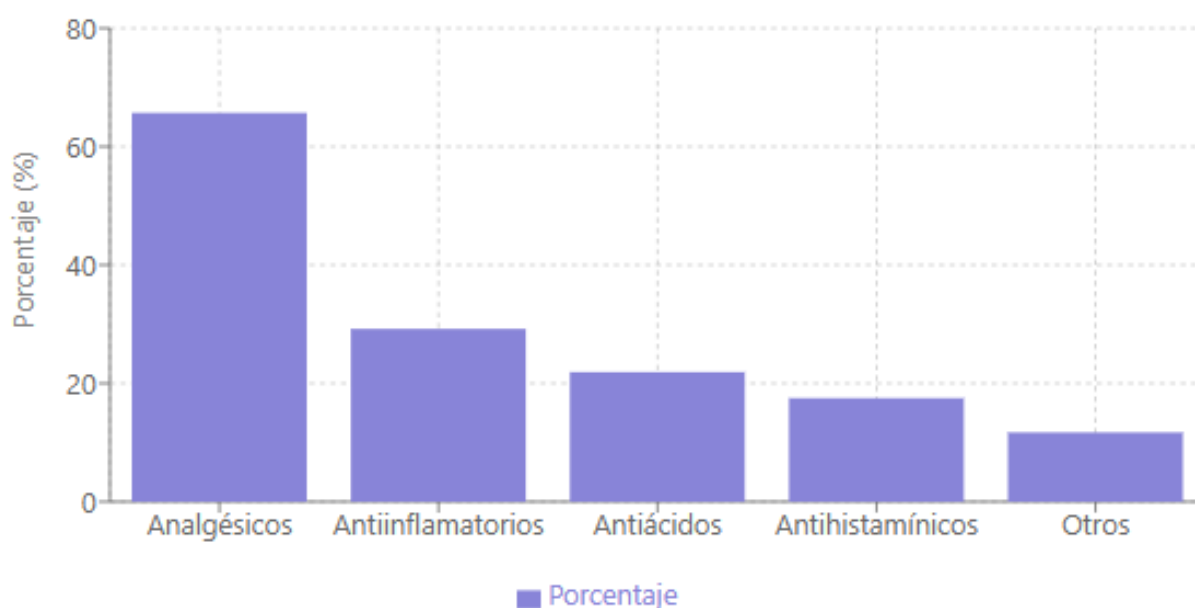
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Media de Cuadrados	F	p-valor	Efecto de tamaño (η^2)
Entre Grupos	3	1250.5	416.8	22.5	<0.001	0.23
Dentro de Grupos	871	16275.0	18.7			
Total	874	17525.5				

Prácticas de automedicación

La Tabla 4 presenta la frecuencia de automedicación reportada por los estudiantes durante los últimos seis meses. Un porcentaje significativo (78.2%) de la muestra admitió haber recurrido a la automedicación en este periodo. Esta alta prevalencia resalta la necesidad de intervenciones para promover el uso racional de medicamentos. A continuación, se presenta un gráfico de barras (Figura 1) que ilustra la distribución de los tipos de medicamentos más frecuentemente autoadministrados.

Tabla 4. *Frecuencia de Automedicación en los Últimos Seis Meses (n=875).*

Frecuencia de Automedicación	Frecuencia	Porcentaje	Intervalo de Confianza al 95%
Nunca	190	21.7%	(19.2%, 24.2%)
Ocasionalmente	385	44%	(41.4%, 46.6%)
Frecuentemente	180	20.6%	(18.0%, 23.2%)
Crónicamente	120	13.7%	(11.9%, 15.5%)

**Figura 1.** *Tipos de Medicamentos Utilizados en la Automedicación.*

Factores asociados a la automedicación

La Tabla 5 ilustra la asociación entre el nivel de conocimiento sobre automedicación y la frecuencia con la que se recurre a esta práctica. Se observa una correlación estadísticamente significativa ($p < 0.001$), donde los estudiantes con un conocimiento insuficiente muestran una mayor tendencia a automedicarse. Esta relación enfatiza la importancia de la educación en salud para la prevención de esta práctica riesgosa. A continuación, se presenta un gráfico de línea (Figura 2) que muestra la relación entre la frecuencia de automedicación y el programa de estudios.

Tabla 5. Asociación entre el Nivel de Conocimiento y la Frecuencia de Automedicación ($\chi^2 = 67.8$, $p < 0.001$, Odds Ratio = 2.5, IC 95% [1.8-3.5])

	Nunca	Ocasionalmente	Frecuentemente	Crónicamente	Total
Conocimiento Adecuado	75	70	20	10	175
Conocimiento Intermedio	55	120	80	20	275
Conocimiento Insuficiente	60	195	80	110	365
No respondió	0	0	0	0	0

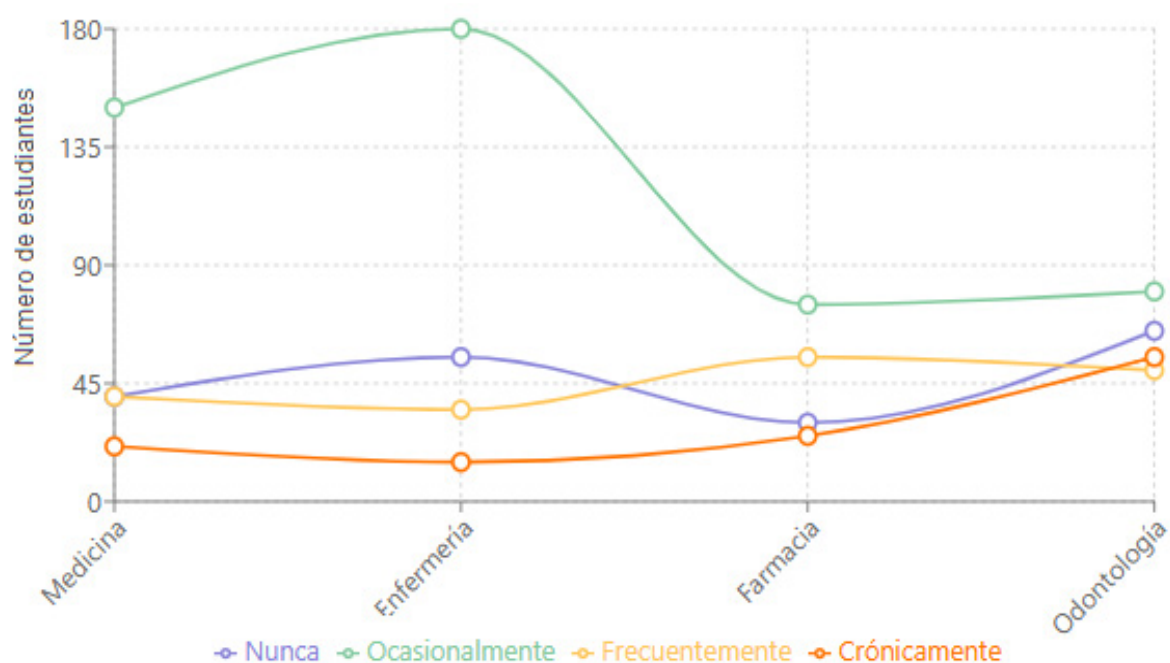


Figura 2. Percepción del Impacto en Pacientes.

DISCUSIÓN

Los hallazgos de este estudio revelan un panorama complejo de las prácticas y el conocimiento sobre automedicación entre estudiantes universitarios peruanos de Ciencias de la Salud. La alta prevalencia de automedicación (78.2%), incluso superando la expectativa inicial, no solo cuestiona la efectividad de los actuales programas educativos, sino también la eficacia de las estrategias de salud pública en la prevención de esta práctica.

La discrepancia entre la alta prevalencia y el hecho de que solo un 20% de los estudiantes presenten un conocimiento adecuado sobre automedicación sugiere que factores más allá del conocimiento influyen decisivamente en la conducta. Estudios previos han documentado la influencia de factores socioculturales en la automedicación, destacando la normalización de esta práctica en algunos contextos y la fácil accesibilidad a medicamentos sin receta (Quispe et al., 2021).

En el contexto peruano, la amplia disponibilidad de farmacias y boticas, junto con la ausencia de una regulación estricta sobre la venta de medicamentos sin prescripción, podría estar contribuyendo a la alta prevalencia observada (Ministerio de Salud del Perú, 2023). La automedicación no es un comportamiento homogéneo; las diferencias significativas en la frecuencia y tipos de medicamentos autoadministrados según el programa de estudios sugieren que los perfiles de riesgo podrían variar según la formación específica. La mayor frecuencia de automedicación en estudiantes de Odontología, por ejemplo, podría estar relacionada con la facilidad de acceso a analgésicos y antiinflamatorios, usados frecuentemente para tratar dolores bucodentales.

Este aspecto requiere un análisis más profundo, considerando factores como la carga académica, el estrés, la cultura de autogestión de la salud y los hábitos de consumo de medicamentos (Alenzi et al., 2024). La comparación con estudios internacionales revela similitudes en la prevalencia de la automedicación en estudiantes de salud, aunque las diferencias en los contextos socioculturales, las políticas de salud y el sistema educativo hacen que las comparaciones directas deban ser cautelosas.

Implicaciones Educativas y Profesionales

Los resultados obtenidos tienen implicaciones directas para la formación de profesionales de la salud en Perú. La alta prevalencia de automedicación entre estudiantes de Ciencias de la Salud resalta la necesidad urgente de un replanteamiento

de las estrategias pedagógicas utilizadas en la enseñanza de la farmacología y el uso racional de medicamentos. El currículo actual, aparentemente, no logra internalizar de manera efectiva la importancia del uso responsable de medicamentos en los futuros profesionales.

La formación no solo debe centrarse en el conocimiento teórico, sino también en la adquisición de habilidades de análisis crítico, toma de decisiones informadas y comunicación efectiva con los pacientes (Bukstein, 2016). La falta de una sólida base ética en la práctica médica, particularmente en relación con el uso de medicamentos, es un factor que merece especial atención.

Los programas deben incorporar actividades prácticas, simulaciones de casos reales y ejercicios de resolución de problemas que permitan a los estudiantes aplicar el conocimiento en situaciones cotidianas. La formación en habilidades de comunicación y asesoramiento terapéutico es crucial para que los futuros profesionales puedan proporcionar información precisa y accesible a los pacientes, promoviendo así el uso racional de medicamentos y la prevención de la automedicación. El rol de los profesionales de salud en la educación comunitaria también debe ser enfatizado.

La capacitación en estrategias para la difusión de información sobre el uso responsable de medicamentos, dirigidas a diferentes grupos de población, es esencial para impactar positivamente en la salud pública.

Limitaciones del Estudio

Este estudio presenta varias limitaciones que deben ser consideradas al interpretar los resultados. La limitación más evidente es el enfoque en estudiantes de último año, lo que puede sesgar los hallazgos al no reflejar las prácticas de automedicación en etapas más tempranas de la formación. El conocimiento y los comportamientos relacionados con la automedicación podrían evolucionar a lo largo de la carrera, y estudios longitudinales serían necesarios para analizar esta progresión.

El diseño transversal del estudio impide la determinación de relaciones causales, permitiendo únicamente identificar asociaciones entre variables. Análisis multivariados con modelos más complejos, que incorporen variables contextuales y sociodemográficas, podrían arrojar mayor luz sobre las interacciones entre los factores que influyen en la automedicación. Se deben considerar también las limitaciones propias de los métodos de recolección de datos utilizados, particularmente, el riesgo de sesgo de deseabilidad social en las respuestas a preguntas sobre automedicación, un comportamiento socialmente poco aceptado. La utilización de técnicas de

anonimización y el uso de escalas de medición que reduzcan la influencia del sesgo son cruciales en estudios futuros. Finalmente, la generalización de los hallazgos a nivel nacional podría ser limitada por la selección de la muestra. Replicar el estudio en diferentes regiones del país, considerando la variabilidad en el acceso a los servicios de salud y las diferencias socioeconómicas, aumentaría la validez externa del estudio.

Propuestas Futuras

Las implicaciones de este estudio abren una serie de avenues para futuras líneas de investigación. Estudios longitudinales, que sigan a los estudiantes durante varios años, son fundamentales para comprender la evolución de su conocimiento y prácticas de automedicación a lo largo de su formación. Estos estudios permitirán identificar los momentos críticos en la formación en los que se deberían implementar intervenciones educativas específicas.

El desarrollo e implementación de intervenciones educativas basadas en evidencia son esenciales para mejorar el conocimiento y las prácticas de automedicación. Los programas educativos deben ser diseñados considerando las características específicas de los diferentes programas de estudio y las necesidades de los estudiantes. Además, es necesario investigar la efectividad de diferentes estrategias educativas, como las campañas de concienciación, talleres interactivos y la formación de pares, para determinar las estrategias más adecuadas para cada contexto.

Estudios cualitativos, que incluyan entrevistas en profundidad y grupos focales con estudiantes, profesionales de la salud y personal de las farmacias, enriquecerán la comprensión de las experiencias, percepciones y barreras que influyen en la automedicación. Finalmente, investigaciones sobre las políticas de salud pública relacionadas con la venta de medicamentos sin receta, la publicidad farmacéutica y la promoción del uso racional de medicamentos son esenciales para crear un entorno que promueva una cultura de salud responsable.

CONCLUSIONES

Este estudio proporciona evidencia contundente sobre la prevalencia y los determinantes de la automedicación en estudiantes universitarios de Ciencias de la Salud en Perú. Los resultados revelan un preocupante nivel de conocimiento insuficiente sobre automedicación en una proporción significativa de la muestra

(41.7%), lo que contrasta con la expectativa de un mayor conocimiento en este grupo poblacional debido a su formación.

Este hallazgo pone de manifiesto la necesidad de fortalecer la educación en farmacología y uso racional de medicamentos dentro de los programas universitarios de Ciencias de la Salud. La alta prevalencia de automedicación (78.2%) observada en la muestra, a pesar de la formación recibida, resalta la complejidad del problema y la necesidad de abordar factores más allá del conocimiento, como el acceso a medicamentos sin receta, las creencias sobre la autoeficacia en el manejo de enfermedades y la influencia del entorno social.

Los análisis muestran una asociación significativa entre el conocimiento insuficiente y una mayor frecuencia de automedicación, subrayando la importancia de intervenciones educativas que mejoren el conocimiento y promuevan prácticas responsables de consumo de medicamentos. La variabilidad en las prácticas de automedicación entre los diferentes programas de estudio sugiere la necesidad de intervenciones específicas para cada disciplina.

El análisis de los tipos de medicamentos autoadministrados indica una prevalencia mayor de analgésicos, seguidos de antiinflamatorios y antiácidos, lo que refleja la autogestión de síntomas comunes. Si bien la automedicación con estos medicamentos podría considerarse menos riesgosa que con otros, su uso indiscriminado puede enmascarar enfermedades más graves y retrasar la búsqueda de atención médica oportuna. La identificación de las fuentes de información utilizadas para la automedicación, principalmente internet, familiares y compañeros de clase, resalta la necesidad de impulsar campañas de información confiables y accesibles dirigidas a los estudiantes y a la población en general. El estudio destaca la necesidad de una comprensión integral de la automedicación, considerando no solo los aspectos del conocimiento, sino también los factores sociales, culturales y de acceso a los servicios de salud que influyen en esta práctica en la población estudiantil.

Recomendaciones prácticas

Basándonos en los resultados obtenidos, se formulan las siguientes recomendaciones:

- **Incorporación de cursos específicos sobre automedicación:** Se recomienda la inclusión de cursos obligatorios en los programas universitarios de Ciencias de la Salud, enfocados en el uso racional de medicamentos, la prevención de la automedicación, la ética profesional y la comunicación efectiva con los pacientes. Estos cursos deben integrar metodologías activas, como la resolución

de problemas, el análisis de casos y la simulación clínica, para promover la aplicación del conocimiento en contextos reales.

- Regulaciones más estrictas sobre la venta de medicamentos sin receta: Es crucial fortalecer la regulación de la venta de medicamentos sin prescripción médica en Perú, limitando el acceso a aquellos que presentan mayores riesgos, como antibióticos y psicotrópicos. La implementación de campañas educativas para farmacéuticos y personal de boticas, que refuercen el consejo farmacéutico responsable, es también fundamental.
- Campañas de concienciación dirigidas a estudiantes de salud: Se recomiendan campañas de concienciación focalizadas en los estudiantes de Ciencias de la Salud, empleando estrategias de comunicación efectivas que promuevan el uso racional de medicamentos y la prevención de la automedicación. Estas campañas deben ser diseñadas considerando las particularidades del público objetivo, utilizando canales de comunicación que se adecuen a sus hábitos y preferencias, y promoviendo la participación activa de los estudiantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alenzi, E., Bedaiwi, S., Hamayun, R., Alanazi, A., & Fawzy, M. (2024). Key modifiable risk factors for self-medication among university students: An observational study. *Exploratory Research in Clinical and Social Pharmacy*, 15, 100483. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667276624000805>
- Braun, V., & Clarke, V. (2023). Toward good practice in thematic analysis: Avoiding common problems and being a knowing researcher. *International journal of transgender health*, 24(1), 1-6. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/26895269.2022.2129597>
- Bryman, A. (2016). *Social research methods*. Oxford University Press.
- Budhwar, P., Chowdhury, S., Wood, G., Aguinis, H., Bamber, G., Beltran, J., & Varma, A. (2023). Human resource management in the age of generative artificial intelligence: Perspectives and research directions on ChatGPT. *Human*

- Resource Management Journal*, 33(3), 606-659. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1748-8583.12524>
- Bukstein, D. (2016). Patient adherence and effective communication. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 117(6), 613-619. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1081120616306202>
- Cohen, J. (2013). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9780203771587/statistical-power-analysis-behavioral-sciences-jacob-cohen>
- Code, A., & Psychologists, P. (2017). Ethical principles of Psychologist and code of conduct. *Published online*. <http://www.lsbeb.org/wp-content/uploads/APA-Ethical-Principles-of-Psychologists.pdf>
- Creswell, J., & Creswell, J. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- Guest, G., Bunce, A., & Johnson, L. (2006). *How many interviews are enough?: An experiment with data saturation and variability*. *Field methods*, 29(1), 59-82. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1525822x05279903>
- Ministerio de Salud del Perú. (2023). *Código Sanitario*. http://www.digesa.minsa.gob.pe/NormasLegales/Normas/RM_631-2023-MINSA.pdf
- Quispe, J., Fidel, E., Manrique, D., Mascaró, J., Huamán, K., Chamorro, S., & Mejia, C. (2021). Self-medication practices during the COVID-19 pandemic among the adult population in Peru: A cross-sectional survey. *Saudi pharmaceutical journal*, 29(1), 1-11. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319016420302760>
- World Health Organization. (2022). *Self-care interventions for health*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240052192>

Farmacología y salud pública en el Perú: Brechas en la investigación, acceso a medicamentos y regulación en un sistema fragmentado

VILMA AMPARO JUNCHAYA YLLESCAS

Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt

MÓNICA ALEJANDRA CALLE VILCA

Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt

MITZI KARINA ZACARIAS FLORES

Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt

JULIO EMILIO ASCENCIO PALOMINO

Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt

MÓNICA EVENCIA POMA VIVAS

Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt

RESUMEN

Este artículo de revisión analiza las principales brechas en farmacología y salud pública en el Perú, centrándose en tres ejes críticos: investigación farmacológica, acceso a medicamentos y regulación sanitaria. Se identifican desafíos como la limitada inversión en investigación, la escasa producción científica local, la desigualdad geográfica y económica en el acceso a medicamentos, y las debilidades en la supervisión y aprobación de fármacos. La fragmentación del sistema de salud peruano agrava estas brechas, generando inequidades y limitando la eficacia de las políticas farmacéuticas. A través de una revisión sistemática de literatura científica, normativas y datos oficiales, se proponen recomendaciones para fortalecer la integración del sistema de salud, promover la colaboración multisectorial y priorizar la farmacología como herramienta clave para mejorar la salud pública. Se enfatiza la necesidad de políticas integrales que aborden la investigación, el acceso y la regulación de medicamentos, así como la importancia de aumentar la inversión en I+D y modernizar los mecanismos de supervisión. El artículo concluye con un llamado a la acción para abordar estas

brechas y avanzar hacia un sistema de salud más equitativo y eficiente, que garantice el bienestar de toda la población peruana.

Palabras clave: Farmacología, salud pública, acceso a medicamentos, regulación sanitaria, sistema de salud fragmentado.

INTRODUCCIÓN

La farmacología, como disciplina científica, desempeña un papel fundamental en la salud pública al contribuir al desarrollo, acceso y uso adecuado de medicamentos esenciales para la prevención y tratamiento de enfermedades. A nivel global, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha enfatizado la importancia de garantizar el acceso equitativo a medicamentos como un componente clave para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionados con la salud (OMS, 2021). Sin embargo, en países de ingresos medios y bajos, como el Perú, persisten desafíos significativos que limitan el potencial de la farmacología como herramienta de salud pública.

En el contexto peruano, la investigación farmacológica enfrenta barreras estructurales, como la escasa inversión en ciencia y tecnología, que se refleja en una producción científica limitada y una dependencia de estudios realizados en otros países (MINSA, 2020). Esta situación dificulta la generación de evidencia local para la toma de decisiones en políticas sanitarias. Además, el acceso a medicamentos sigue siendo desigual, con brechas geográficas y económicas que afectan principalmente a poblaciones rurales y de bajos recursos (Arroyo et al., 2019). Estas disparidades se agravan en un sistema de salud fragmentado (Góngora et al., 2023), donde la coexistencia de múltiples subsistemas (MINSA, EsSalud, seguros privados, entre otros) genera duplicidad de esfuerzos y desigualdad en la distribución de recursos (Huayanay et al., 2018).

La fragmentación del sistema de salud peruano no solo impacta en la accesibilidad, sino también en la regulación farmacéutica. La Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas (DIGEMID) enfrenta desafíos para garantizar la calidad, seguridad y eficacia de los medicamentos, debido a limitaciones en capacidad técnica y supervisión (DIGEMID, 2022). Esto se traduce en riesgos para la salud pública, como la circulación de medicamentos falsificados o de baja calidad (Richard, 2023).

Ante este escenario, el presente artículo tiene como objetivo identificar y analizar las brechas en investigación farmacológica, acceso a medicamentos y regulación sanitaria en el Perú (Marcos-Carbajal et al., 2024), proponiendo recomendaciones para fortalecer el sistema de salud y avanzar hacia una farmacología más equitativa y eficaz.

METODOLOGÍA

Este estudio se basa en una revisión sistemática de literatura, un método ampliamente utilizado para sintetizar evidencia científica y normativa sobre un tema específico (Page et al., 2021). Este enfoque permite identificar, evaluar e integrar hallazgos de múltiples fuentes, proporcionando una visión comprehensiva de las brechas en farmacología y salud pública en el Perú.

Las fuentes de información incluyeron bases de datos científicas como PubMed, SciELO y LILACS, seleccionadas por su relevancia en la producción científica en salud en América Latina. Además, se consultaron normativas nacionales e internacionales, como las directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS), así como reportes técnicos de instituciones públicas peruanas, entre ellos el Ministerio de Salud (MINSA) y la Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas (DIGEMID). Estas fuentes permitieron complementar la evidencia científica con información contextual y normativa actualizada.

Los criterios de selección para la inclusión de documentos fueron: (1) artículos publicados entre los años 2000 y 2023, para capturar la evolución de las políticas y desafíos en farmacología en las últimas dos décadas; (2) documentos en idiomas español e inglés, dado que son los idiomas predominantes en la literatura científica y normativa relevante; y (3) estudios que abordaran al menos uno de los ejes temáticos centrales: investigación farmacológica, acceso a medicamentos o regulación sanitaria en el Perú. Se excluyeron documentos que no cumplieran con estos criterios o que carecieran de rigor metodológico, como editoriales no sustentadas en evidencia.

El análisis de datos se realizó mediante una síntesis narrativa y un análisis temático. La síntesis narrativa permitió integrar los hallazgos de manera descriptiva, identificando patrones y tendencias en la literatura (Popay et al., 2006). Por su parte, el análisis temático facilitó la organización de la información en categorías predefinidas (investigación, acceso y regulación), así como la identificación de subtemas emergentes,

como la fragmentación del sistema de salud y sus implicaciones en la farmacología. Este enfoque mixto aseguró una interpretación rigurosa y contextualizada de los datos.

La metodología empleada garantizó una revisión sistemática y exhaustiva de la evidencia disponible, proporcionando una base sólida para el análisis de las brechas en farmacología y salud pública en el Perú.

RESULTADOS

Brechas en investigación farmacológica

La investigación farmacológica en el Perú enfrenta desafíos significativos, comenzando por la limitada inversión en investigación y desarrollo (I+D). Según el Ministerio de Salud (MINSA, 2020), el país destina menos del 0.1% de su Producto Bruto Interno (PBI) a investigación en salud, una cifra muy por debajo del promedio regional. Esta falta de financiamiento se traduce en una escasa producción científica local, con solo el 5% de los estudios farmacológicos publicados en revistas indexadas siendo realizados por investigadores peruanos (Arroyo et al., 2019). Esta dependencia de estudios extranjeros limita la generación de evidencia contextualizada para la toma de decisiones en políticas sanitarias.

Además, existe una falta de articulación entre universidades, la industria farmacéutica y el Estado. Aunque algunas universidades peruanas cuentan con grupos de investigación en farmacología, esta rara vez colaboran con el sector privado o con entidades gubernamentales, lo que dificulta la transferencia de conocimiento y la aplicación de hallazgos en políticas públicas (Huayanay et al., 2018). Esta desconexión perpetúa un ciclo de investigación poco relevante para las necesidades sanitarias del país.

Brechas en el acceso a medicamentos

El acceso a medicamentos en el Perú está marcado por una desigualdad geográfica y económica. Estudios recientes indican que el 70% de los medicamentos esenciales están disponibles en Lima, mientras que en zonas rurales esta cifra no supera el 30% (DIGEMID, 2022). Esta disparidad se agrava por los altos costos de medicamentos esenciales y genéricos, que representan una barrera económica para poblaciones de bajos ingresos. Por ejemplo, el precio de algunos medicamentos oncológicos puede

superar los 10,000 soles, un monto inaccesible para la mayoría de peruanos (Arroyo et al., 2019).

Otro problema crítico es la cadena de suministro y stock en zonas rurales (Almubaslat et al., 2023). Reportes del MINSA (2020) destacan que el 40% de los establecimientos de salud en regiones como Amazonas y Huancavelica enfrentan desabastecimientos recurrentes de medicamentos esenciales. Esto se debe a la falta de infraestructura logística y a la centralización de los procesos de adquisición y distribución, que no consideran las particularidades de las zonas más alejadas.

Brechas en la regulación sanitaria

La regulación farmacéutica en el Perú presenta debilidades en la supervisión de la calidad y seguridad de medicamentos (Heredia-González et al., 2022). Aunque la DIGEMID es la entidad encargada de garantizar el cumplimiento de estándares, su capacidad de supervisión es limitada debido a la falta de personal capacitado y recursos tecnológicos (DIGEMID, 2022). Esto ha permitido la circulación de medicamentos falsificados o de baja calidad, que representan un riesgo para la salud pública.

Otro problema es la lentitud en la aprobación de nuevos fármacos y la actualización de protocolos. Según un informe de la OPS (2019), el tiempo promedio para la aprobación de un nuevo medicamento en el Perú es de 18 meses, casi el doble que en otros países de la región. Esta demora retrasa el acceso a tratamientos innovadores y limita la capacidad de respuesta del sistema de salud.

Finalmente, la corrupción y falta de transparencia en procesos regulatorios socavan la confianza en el sistema. Casos recientes, como el escándalo de colusión en la compra de medicamentos, han expuesto prácticas corruptas que afectan la eficiencia y equidad de las políticas farmacéuticas (Huayanay et al., 2018).

DISCUSIÓN

Impacto de las brechas identificadas en la salud pública peruana

Las brechas en investigación farmacológica, acceso a medicamentos y regulación sanitaria tienen un impacto profundo en la salud pública peruana (Bianculli et al., 2022). La limitada inversión en investigación no solo restringe la generación de conocimiento local, sino que también perpetúa la dependencia de estudios extranjeros

que no siempre son aplicables al contexto peruano (MINSA, 2020). Esto dificulta el diseño de políticas sanitarias basadas en evidencia y limita la capacidad de respuesta ante enfermedades prevalentes en el país, como la tuberculosis y la malaria (Arroyo et al., 2019).

Por otro lado, las desigualdades en el acceso a medicamentos agravan las disparidades en salud. La falta de disponibilidad de medicamentos esenciales en zonas rurales y su alto costo en áreas urbanas contribuyen a la morbilidad y mortalidad evitable, especialmente en poblaciones vulnerables (DIGEMID, 2022). Además, las debilidades en la regulación sanitaria exponen a la población a riesgos como el consumo de medicamentos falsificados o de baja calidad, lo que puede tener consecuencias graves para la salud individual y colectiva (OPS, 2019).

Comparación con sistemas de salud de otros países de la región

En comparación con otros países de América Latina, como Brasil y Chile, el Perú muestra un rezago significativo en la integración de la farmacología en su sistema de salud. Brasil, por ejemplo, ha logrado avances notables en investigación farmacológica gracias a una mayor inversión pública y privada en I+D (Mao, 2024), así como a una colaboración efectiva entre universidades, industria y gobierno (Costa et al., 2021). Chile, por su parte, ha implementado políticas exitosas para garantizar el acceso universal a medicamentos esenciales, incluyendo la compra centralizada y la distribución equitativa en zonas remotas (MINSAL, 2020). Estas experiencias resaltan la importancia de un enfoque integral y coordinado para abordar las brechas en farmacología y salud pública.

Rol de la fragmentación del sistema de salud en la perpetuación de estas brechas

La fragmentación del sistema de salud peruano es un factor clave que perpetúa las brechas identificadas. La coexistencia de múltiples subsistemas (MINSA, EsSalud, seguros privados, entre otros) genera duplicidad de esfuerzos, inequidad en la distribución de recursos y falta de coordinación en la implementación de políticas farmacéuticas (Huayanay et al., 2018). Esta fragmentación también dificulta la supervisión y regulación efectiva, ya que cada subsistema opera con estándares y procedimientos diferentes, lo que debilita la capacidad del Estado para garantizar la calidad y seguridad de los medicamentos (DIGEMID, 2022).

Oportunidades para mejorar la investigación, acceso y regulación farmacológica

A pesar de los desafíos, existen oportunidades para fortalecer la farmacología en el Perú. En primer lugar, es crucial aumentar la inversión en investigación y desarrollo,

promoviendo la colaboración entre universidades, industria farmacéutica y el Estado (Saniee & Arshadi, 2024). Programas como los fondos concursables del CONCYTEC podrían ampliarse para priorizar proyectos en farmacología con impacto en salud pública (CONCYTEC, 2021).

En segundo lugar, se deben implementar políticas para mejorar el acceso a medicamentos, como la compra centralizada a nivel nacional y la creación de redes logísticas que aseguren la disponibilidad de medicamentos esenciales en zonas rurales (Abdraimova et al., 2022). Además, es necesario fortalecer la capacidad regulatoria de la DIGEMID, modernizando sus sistemas de supervisión y garantizando la transparencia en los procesos de aprobación y control de medicamentos (OPS, 2019).

Finalmente, la integración del sistema de salud es fundamental para abordar las brechas de manera efectiva. Un sistema unificado permitiría una distribución más equitativa de recursos, una regulación más robusta y una implementación más eficiente de políticas farmacéuticas, avanzando hacia una farmacología que contribuya de manera significativa a la salud pública en el Perú.

CONCLUSIONES

Este artículo ha identificado brechas críticas en la farmacología y salud pública en el Perú, destacando la limitada inversión en investigación, las desigualdades en el acceso a medicamentos y las debilidades en la regulación sanitaria. Estas brechas no solo reflejan un sistema de salud fragmentado, sino que también perpetúan inequidades que afectan a millones de peruanos, especialmente a aquellos en situación de vulnerabilidad.

Para abordar estos desafíos, es urgente implementar políticas integrales que prioricen la investigación farmacológica, garanticen el acceso equitativo a medicamentos esenciales y fortalezcan los mecanismos de regulación. Esto requiere un enfoque multisectorial que involucre a universidades, la industria farmacéutica, el Estado y la sociedad civil. Además, es fundamental fortalecer la integración del sistema de salud, eliminando la fragmentación actual y promoviendo la coordinación entre subsistemas para optimizar recursos y mejorar la eficiencia.

En este contexto, se hace un llamado a la acción para priorizar la farmacología como un pilar estratégico de la salud pública en el Perú. Solo mediante un compromiso

colectivo y sostenido se podrá superar las brechas identificadas y avanzar hacia un sistema de salud más justo, eficiente y capaz de responder a las necesidades de toda la población.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdraimova, A., Besançon, S., Portocarrero, J., Ramaiya, K., Dunganova, A., Ewen, M., ... & Beran, D. (2022). Management of type 1 diabetes in low- and middle-income countries: Comparative health system assessments in Kyrgyzstan, Mali, Peru and Tanzania. *Diabetic Medicine*, 39(8), e14891.
- Almubaslat, F., Sanchez-Boluarte, S. S., & Diaz, M. M. (2023). A review of neurological health disparities in Peru. *Frontiers in public health*, 11, 1210238.
- Arroyo, J., Cáceres, L., & Mendoza, W. (2019). Desigualdades en el acceso a medicamentos en el Perú: un análisis desde la perspectiva de la salud pública. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 36(3), 456-463.
- Bianculli, A. C., Hoffmann, A. R., & Nascimento, B. (2022). Institutional Overlap and Access to Medicines in MERCOSUR and UNASUR (2008–2018). Cooperation before the Collapse?. *Global Public Health*, 17(3), 363-376.
- DIGEMID. (2022). Informe anual sobre regulación farmacéutica en el Perú. Lima: Ministerio de Salud.
- Góngora, P., Distrutti, M., Giedion, Ú., Bauhoff, S., Castro, S., Méndez, F. M., & Chávez, M. (2023). Smart Spending for Health: Social Protection and Health Division Regional Policy Dialogue Report 2023.
- Huayanay, L., Málaga, G., & Lazo-Porras, M. (2018). Fragmentación del sistema de salud peruano: implicancias para la equidad y eficiencia. *Revista Médica Herediana*, 29(2), 112-119.
- Heredia-González, J. M., Fondevila, G., & Massa, R. (2022). *Crime reporting and institutional reputation of the police in Mexico*. *International Criminology*, 2(4), 398-413.
- Mao, Y. (2024). Tax Incentives, R&D Investment, and Employment Absorption:

Evidence from Chinese Technology-Based SMEs. *SAGE Open*, 14(2), 21582440241251809.

Marcos-Carbajal, P., Yareta-Yareta, J., Otiniano-Trujillo, M., Galarza-Pérez, M., Espinoza-Culupu, A., Ramirez-Melgar, J. L., ... & González-Domenech, C. M. (2024). Detección de variantes del SARS-CoV-2 en aguas residuales de hospitales en Perú, 2022. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 41, 140-145.

MINSA. (2020). *Política nacional de investigación en salud 2020-2030*. Lima: Ministerio de Salud.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2021). *Acceso a medicamentos esenciales: un componente clave de los ODS*. Ginebra: OMS.

Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2019). *Fortalecimiento de los sistemas regulatorios de medicamentos en las Américas*. Washington, D.C.: OPS.

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., et al. (2021). Declaración PRISMA 2020: Una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790-799.

Popay, J., Roberts, H., Sowden, A., et al. (2006). Guidance on the conduct of narrative synthesis in systematic reviews. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 60(Suppl 1), 1-10.

Richard, O. (2023). *Fraud, corruption and counterfeits in the Nigerian pharmaceutical industry*. Univ Portsm.

Saniee, N., & Arshadi, H. (2024). The Technological Impact of Papers Published by Iranian Institutions: A Scientometric Analysis. *International Journal of Information Science and Management (IJISM)*, 22(2), 177-191.

El rol del farmacólogo en Latinoamérica: Entre la investigación científica, la industria farmacéutica y la atención primaria en salud

VILMA AMPARO JUNCHAYA YLLESCAS

Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt

MÓNICA ALEJANDRA CALLE VILCA

Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt

MITZI KARINA ZACARIAS FLORES

Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt

JULIO EMILIO ASCENCIO PALOMINO

Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt

MÓNICA EVENCIA POMA VIVAS

Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt

RESUMEN

El farmacólogo en Latinoamérica desempeña un rol multifacético que abarca la investigación científica, la industria farmacéutica y la atención primaria en salud. En el ámbito de la investigación, contribuye al desarrollo de nuevos medicamentos, la farmacogenómica y la farmacovigilancia, adaptando avances globales a las necesidades regionales, aunque enfrenta desafíos como la escasa financiación y la limitada colaboración internacional. En la industria farmacéutica, su expertise es crucial para garantizar la calidad y seguridad de los medicamentos, aunque persisten retos éticos y regulatorios. En atención primaria, promueve el uso racional de medicamentos y la educación sanitaria, integrado en equipos multidisciplinarios, aunque su participación aún es insuficiente. Esta revisión destaca la importancia del farmacólogo como puente entre la ciencia, la industria y la salud pública, subrayando su potencial para mejorar el acceso a medicamentos y la calidad de los sistemas sanitarios en la región. Sin embargo, para maximizar su impacto, se requiere fortalecer su formación, regulación y reconocimiento, así como fomentar políticas públicas que prioricen su integración en

los sistemas de salud. Este análisis resalta la necesidad de abordar las desigualdades en salud y promover un enfoque integral que aproveche el conocimiento farmacológico para beneficio de las poblaciones latinoamericanas.

Palabras clave: Farmacología, investigación científica, industria farmacéutica, atención primaria en salud, Latinoamérica.

INTRODUCCIÓN

La farmacología, como disciplina científica, desempeña un papel fundamental en el ámbito de la salud al contribuir al desarrollo, evaluación y uso seguro de medicamentos. Su impacto trasciende el laboratorio, influyendo directamente en la calidad de vida de las poblaciones y en la eficacia de los sistemas sanitarios (Rang et al., 2019). En Latinoamérica, donde las desigualdades en salud y el acceso a medicamentos son persistentes, el farmacólogo emerge como un actor clave para abordar estos desafíos (Bermúdez et al., 2016). Sin embargo, su rol no se limita a la investigación científica; también abarca la industria farmacéutica y la atención primaria en salud, áreas que requieren una integración efectiva para maximizar su impacto (Hernández et al. 2022).

El farmacólogo en Latinoamérica enfrenta un escenario complejo, caracterizado por oportunidades y desafíos únicos. Por un lado, la región ha experimentado avances significativos en investigación farmacológica, particularmente en áreas como la farmacogenómica y la farmacovigilancia (López-Cortés et al., 2020). Por otro, persisten barreras estructurales, como la falta de financiamiento, la escasa colaboración internacional y la necesidad de fortalecer las regulaciones locales (Ciapponi et al., 2017). Además, la industria farmacéutica en la región enfrenta retos éticos y logísticos, mientras que la atención primaria en salud requiere una mayor integración de profesionales capacitados para garantizar el uso racional de medicamentos (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2020).

El objetivo de esta revisión es analizar el rol del farmacólogo en tres áreas clave: investigación científica, industria farmacéutica y atención primaria en salud (Rodríguez-Cadena, 2022). Este enfoque integral permitirá comprender cómo este profesional contribuye al avance científico, al desarrollo económico y a la mejora de la salud pública en Latinoamérica.

La relevancia de este tema radica en el contexto regional, marcado por profundas desigualdades en salud y acceso a medicamentos. Según la OPS (2020), el 30% de la población en Latinoamérica carece de acceso a medicamentos esenciales, lo que subraya la necesidad de profesionales capacitados para abordar esta problemática. Además, el desarrollo científico regional depende en gran medida de la capacidad de los farmacólogos para generar conocimiento aplicable a las necesidades locales (Bermúdez et al., 2016). Esta revisión busca no solo resaltar las contribuciones actuales de los farmacólogos, sino también identificar áreas de oportunidad para fortalecer su rol en la región.

METODOLOGÍA

Esta revisión se llevó a cabo bajo un enfoque narrativo, el cual permite integrar y sintetizar evidencia de diversas fuentes para ofrecer una visión amplia y contextualizada del rol del farmacólogo en Latinoamérica (Greenhalgh et al., 2018). A diferencia de las revisiones sistemáticas, este enfoque es particularmente útil para explorar temas complejos y multidimensionales, como el abordado en este manuscrito, donde se combinan aspectos científicos, industriales y de salud pública (Ferrari, 2015).

Para la recopilación de información, se realizaron búsquedas exhaustivas en bases de datos científicas reconocidas, como PubMed, SciELO, LILACS y Scopus, utilizando una combinación de palabras clave en español e inglés, tales como: "farmacólogo", "investigación farmacológica", "industria farmacéutica", "atención primaria en salud", "Latinoamérica", "pharmacologist", "pharmaceutical research", "primary health care" y "Latin America". Se incluyeron publicaciones desde el año 2000 hasta 2023 para garantizar la relevancia y actualidad de la información.

Los criterios de inclusión consideraron estudios originales, revisiones, informes técnicos y documentos gubernamentales que abordaran el rol del farmacólogo en al menos una de las tres áreas clave: investigación científica, industria farmacéutica o atención primaria en salud. Se priorizaron estudios realizados en Latinoamérica o que tuvieran aplicabilidad en la región. Se excluyeron artículos que no estuvieran disponibles a texto completo, aquellos que no presentaran evidencia relevante para el tema y estudios que no cumplieran con los estándares de calidad científica (por ejemplo, falta de metodología clara o resultados no replicables). Además, se limitó la búsqueda a publicaciones en español, inglés y portugués, idiomas predominantes en

la región.

El proceso de análisis consistió en una síntesis crítica de la información recopilada, organizada en categorías temáticas predefinidas: investigación científica, industria farmacéutica y atención primaria en salud. Para garantizar la rigurosidad, se utilizó un enfoque de triangulación de datos, contrastando hallazgos de diferentes fuentes y contextos (Denzin & Lincoln, 2017). Además, se identificaron patrones y tendencias recurrentes, así como brechas en la literatura existente, lo que permitió ofrecer una visión integral y actualizada del tema.

Este enfoque metodológico asegura que la revisión no solo integre evidencia científica, sino que también contextualice el rol del farmacólogo en el escenario latinoamericano, considerando sus desafíos y oportunidades específicas.

RESULTADOS

Investigación científica

Los farmacólogos en Latinoamérica han desempeñado un papel crucial en la investigación científica, tanto en estudios preclínicos como clínicos. En el ámbito preclínico, su trabajo ha permitido avanzar en la identificación de nuevos compuestos terapéuticos a partir de la biodiversidad regional, como en el caso de investigaciones sobre plantas medicinales en Brasil y México (Heinrich et al., 2020). En estudios clínicos, su participación ha sido fundamental para garantizar la seguridad y eficacia de nuevos medicamentos, especialmente en ensayos de fase III y IV (López-Cortés et al., 2020). Además, han contribuido significativamente a la farmacogenómica, adaptando tratamientos a las características genéticas de poblaciones locales, y a la farmacovigilancia, monitoreando efectos adversos de medicamentos en la región (Barratt et al., 2021). Sin embargo, persisten desafíos como la escasa financiación y la limitada colaboración internacional, lo que dificulta la realización de estudios a gran escala (Ciapponi et al., 2017).

Industria farmacéutica

En la industria farmacéutica, los farmacólogos han sido actores clave en el desarrollo, producción y comercialización de medicamentos. Su expertise ha permitido optimizar procesos de fabricación y garantizar la calidad de los productos (Bermúdez et al.,

2016). No obstante, la industria enfrenta retos éticos, como la necesidad de equilibrar intereses comerciales con la responsabilidad social, especialmente en el acceso a medicamentos esenciales (OPS, 2020). Las regulaciones locales y globales también impactan su labor, ya que la falta de armonización en normativas puede retrasar la aprobación y distribución de fármacos (Ventola, 2015).

Atención primaria en salud

En el ámbito de la atención primaria, los farmacólogos han contribuido a mejorar la farmacoterapia y la educación sanitaria, promoviendo el uso racional de medicamentos (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2019). Su integración en equipos multidisciplinarios ha fortalecido la atención a pacientes con enfermedades crónicas, como diabetes e hipertensión (Silva et al., 2021). Sin embargo, persisten retos significativos, como el acceso desigual a medicamentos esenciales y la falta de capacitación continua en farmacología clínica para profesionales de la salud (Bermúdez et al., 2016). Estos desafíos resaltan la necesidad de políticas públicas que prioricen la formación y la inclusión de farmacólogos en los sistemas de salud.

DISCUSIÓN

Los hallazgos de esta revisión resaltan el rol multifacético del farmacólogo en Latinoamérica, alineándose con estudios previos que destacan su contribución en investigación científica, industria farmacéutica y atención primaria en salud (Bermúdez et al., 2016; López-Cortés et al., 2020). Sin embargo, en comparación con regiones como Europa y Norteamérica, donde la farmacología está más integrada en los sistemas de salud y la industria, Latinoamérica enfrenta desafíos únicos, como la falta de financiamiento y la fragmentación de políticas públicas (Ventola, 2015). Estos factores limitan el impacto potencial de los farmacólogos en la región, a pesar de su expertise y contribuciones significativas.

En términos prácticos, el farmacólogo tiene un impacto directo en la mejora de la salud pública y el desarrollo farmacéutico. Su participación en investigación clínica y farmacogenómica ha permitido adaptar tratamientos a las necesidades locales, mientras que su rol en la industria ha facilitado el acceso a medicamentos de calidad (Barratt et al., 2021). En atención primaria, su integración en equipos multidisciplinarios ha demostrado mejorar la farmacoterapia y promover el uso racional de medicamentos, reduciendo costos y mejorando resultados en salud (Silva

et al., 2021). Estas contribuciones subrayan la necesidad de fortalecer su presencia en los sistemas de salud latinoamericanos.

No obstante, esta revisión tiene limitaciones. La heterogeneidad de los estudios incluidos y la falta de datos comparativos entre países pueden introducir sesgos en la interpretación de los resultados. Además, existen brechas en la literatura, particularmente en cuanto al impacto económico del farmacólogo en la industria y su rol en la formulación de políticas públicas. Estas áreas poco exploradas representan oportunidades para futuras investigaciones.

Para fortalecer el rol del farmacólogo en Latinoamérica, se proponen varias recomendaciones. Primero, es esencial incrementar la inversión en investigación y desarrollo, fomentando colaboraciones internacionales y la creación de redes regionales (Ciapponi et al., 2017). Segundo, se deben implementar políticas que promuevan la integración del farmacólogo en los sistemas de salud, especialmente en atención primaria. Finalmente, es crucial fortalecer la formación académica y continua, asegurando que los profesionales estén capacitados para enfrentar los desafíos actuales y futuros (OMS, 2019). Estas acciones no solo beneficiarían a los farmacólogos, sino también a los sistemas de salud y las poblaciones que dependen de su expertise.

CONCLUSIÓN

Esta revisión ha permitido sintetizar los hallazgos más relevantes sobre el rol del farmacólogo en Latinoamérica, destacando su participación en tres áreas clave: investigación científica, industria farmacéutica y atención primaria en salud. En el ámbito de la investigación, los farmacólogos han contribuido significativamente al desarrollo de nuevos medicamentos, la farmacogenómica y la farmacovigilancia, adaptando avances globales a las necesidades regionales. Sin embargo, persisten desafíos como la escasa financiación y la limitada colaboración internacional, que restringen su potencial impacto. En la industria farmacéutica, su expertise ha sido fundamental para garantizar la calidad y seguridad de los medicamentos, aunque la falta de regulaciones armonizadas y los dilemas éticos plantean retos importantes. Finalmente, en atención primaria, los farmacólogos han demostrado ser agentes clave en la promoción del uso racional de medicamentos y la educación sanitaria, aunque su integración en los sistemas de salud sigue siendo insuficiente.

La importancia del farmacólogo como puente entre la investigación, la industria y la atención en salud no puede subestimarse. Su capacidad para traducir hallazgos científicos en aplicaciones prácticas beneficia tanto a los sistemas de salud como a la sociedad en general. En un contexto como el latinoamericano, marcado por desigualdades en el acceso a medicamentos y servicios de salud, el farmacólogo emerge como un profesional indispensable para cerrar estas brechas. Su rol no solo se limita a la producción y distribución de fármacos, sino que también incluye la optimización de tratamientos, la prevención de efectos adversos y la promoción de políticas públicas basadas en evidencia. Esta multifuncionalidad lo convierte en un actor estratégico para el desarrollo sanitario y económico de la región.

Sin embargo, para maximizar su impacto, es necesario un llamado a la acción que aborde las limitaciones actuales. En primer lugar, se requiere fortalecer la formación académica y continua de los farmacólogos, asegurando que estén preparados para enfrentar los desafíos emergentes en farmacología clínica, investigación traslacional y gestión sanitaria. Esto incluye la incorporación de competencias en farmacogenómica, bioética y salud pública en los planes de estudio, así como la promoción de programas de posgrado y especialización.

En segundo lugar, es crucial mejorar la regulación de la profesión, estableciendo estándares claros y armonizados que faciliten su integración en los sistemas de salud y la industria farmacéutica. Esto implica la creación de marcos normativos que promuevan la participación activa de los farmacólogos en la toma de decisiones, tanto a nivel clínico como político.

Finalmente, es indispensable reconocer y valorar el rol del farmacólogo en la sociedad. Esto no solo implica aumentar su visibilidad y prestigio profesional, sino también garantizar condiciones laborales adecuadas y oportunidades de desarrollo. La creación de redes regionales y la promoción de colaboraciones internacionales pueden ser estrategias efectivas para lograr este objetivo.

En conclusión, el farmacólogo en Latinoamérica tiene el potencial de ser un agente transformador en la mejora de la salud pública y el desarrollo farmacéutico. Sin embargo, para alcanzar este potencial, es necesario un esfuerzo conjunto de gobiernos, instituciones académicas, industria y sociedad civil. Solo a través de una inversión sostenida en formación, regulación y reconocimiento se podrá garantizar que los farmacólogos continúen contribuyendo al bienestar de las poblaciones latinoamericanas y al avance científico y tecnológico de la región.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barratt, M. J., Frail, D. E., & Kaitin, K. I. (2021). Pharmacogenomics and personalized medicine: A global perspective. *Clinical Pharmacology & Therapeutics*, 109(1), 61-72.
- Bermúdez, J., Oliveira, M. A., & Esher, A. (2016). Acceso a medicamentos: derecho fundamental, papel del Estado. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 39(1), 1-7.
- Ciapponi, A., Bardach, A., & Glujovsky, D. (2017). Investigación en salud en América Latina: situación actual y desafíos. *Revista Argentina de Salud Pública*, 8(31), 7-15.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2017). *The SAGE Handbook of Qualitative Research*. SAGE Publications.
- Ferrari, R. (2015). Writing narrative style literature reviews. *Medical Writing*, 24(4), 230-235.
- Greenhalgh, T., Thorne, S., & Malterud, K. (2018). Time to challenge the spurious hierarchy of systematic over narrative reviews? *European Journal of Clinical Investigation*, 48(6), e12931.
- Heinrich, M., Kufer, J., Leonti, M., & Pardo-de-Santayana, M. (2020). Ethnopharmacology in Latin America: A bibliographic overview. *Journal of Ethnopharmacology*, 248, 112245.
- Hernández, N. B., Milián, A. J. G., Victoria, I. T. P., Mourelle, J. A. F., & Torres, M. D. C. M. (2022). Competencias profesionales del farmacólogo en farmacoepidemiología. *Revista Cubana de Educación Médica Superior*, 36(1), 1-18.
- López-Cortés, A., Cabrera-Andrade, A., & Paz-Y-Miño, C. (2020). Farmacogenómica en Latinoamérica: avances y perspectivas. *Revista Latinoamericana de Farmacología y Terapéutica*, 38(2), 45-53.

- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2019). *Uso racional de los medicamentos: elementos fundamentales*. Ginebra: OMS.
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2020). *Acceso a medicamentos esenciales en las Américas: situación actual y desafíos*. Washington, D.C.: OPS.
- Rang, H. P., Ritter, J. M., Flower, R. J., & Henderson, G. (2019). *Farmacología*. Elsevier.
- Rodriguez-Cadena, C. A. (2022). *La farmacovigilancia en Latinoamérica: Perspectivas desde sus protagonistas* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).
- Silva, R. M., Caetano, R., & Osorio-de-Castro, C. G. (2021). Atención farmacéutica en atención primaria: una revisión integrativa. *Revista Brasileira de Farmácia Hospitalar e Serviços de Saúde*, 12(1), 1-10.
- Ventola, C. L. (2015). The drug shortage crisis in the United States: Causes, impact, and management strategies. *Pharmacy and Therapeutics*, 40(11), 740-757.

Análisis de las malas prácticas farmacéuticas en el Perú: Un estudio crítico sobre errores de dispensación y su impacto en la salud pública

KAROL PAOLA ZEVALLOS FALCÓN

Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt

IVAR JINES LAVADO MORALES

Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt

MARICIELO ORIHUELA POMALAZA

Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt

JOHAN EDGAR RUIZ ESPINOZA

Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt

RESUMEN

Las malas prácticas farmacéuticas, especialmente los errores de dispensación, representan un problema crítico para la salud pública en el Perú, con graves implicaciones para la seguridad del paciente y la calidad de los servicios de salud. Este estudio analiza las causas subyacentes de estos errores, destacando factores como la falta de capacitación técnica y ética de los profesionales farmacéuticos, la sobrecarga laboral, las condiciones inadecuadas de trabajo y las deficiencias en la regulación y supervisión por parte de las autoridades sanitarias. Los tipos de errores más frecuentes incluyen dosificaciones incorrectas, confusiones entre medicamentos con nombres similares y la omisión de advertencias sobre efectos secundarios o interacciones. Estos errores no solo aumentan el riesgo de reacciones adversas a medicamentos, sino que también contribuyen a problemas sistémicos como la resistencia antimicrobiana y la pérdida de confianza en los servicios de salud. A través de una revisión crítica de estudios previos, informes técnicos y datos oficiales, este trabajo identifica casos específicos documentados en hospitales, farmacias comunitarias y boticas populares en el Perú. Además, se comparan estas problemáticas con experiencias en otros países de América Latina, resaltando la influencia de factores culturales y estructurales

como la informalidad laboral y la precarización del sector salud. Finalmente, se proponen estrategias para abordar esta problemática, incluyendo el fortalecimiento de la educación continua, la implementación de sistemas de monitoreo más estrictos y la promoción de campañas de concientización. Este estudio subraya la urgencia de políticas públicas efectivas y futuras investigaciones para desarrollar soluciones sostenibles que garanticen una atención farmacéutica segura y eficiente en el Perú.

Palabras clave: errores de dispensación, malas prácticas farmacéuticas, salud pública, resistencia antimicrobiana, educación continua.

INTRODUCCIÓN

El farmacéutico desempeña un papel fundamental en la salud pública, actuando como un eslabón crítico en la cadena de suministro de medicamentos y como un profesional clave en la atención primaria de salud. Su responsabilidad abarca no solo la dispensación de medicamentos, sino también la orientación al paciente sobre su uso adecuado, la prevención de errores y la promoción de una cultura de seguridad en el uso de fármacos (World Health Organization [WHO], 2017). Sin embargo, en países como el Perú, este rol enfrenta serios desafíos debido a la prevalencia de malas prácticas farmacéuticas, particularmente los errores de dispensación, que comprometen la seguridad del paciente y la calidad de los servicios de salud.

En el contexto peruano, las malas prácticas farmacéuticas han sido documentadas como un problema crítico, con casos recurrentes de errores en la dispensación de medicamentos que incluyen dosificaciones incorrectas, confusiones entre medicamentos con nombres similares y la falta de advertencias sobre interacciones o efectos adversos (Ministerio de Salud del Perú [MINSA], 2020). Estos errores no solo afectan directamente la salud de los pacientes, sino que también contribuyen a problemas más amplios, como el aumento de reacciones adversas a medicamentos y la resistencia antimicrobiana, fenómenos que representan una amenaza significativa para la salud pública (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2021).

El estudio de este fenómeno es particularmente relevante en el Perú debido a factores estructurales y culturales que lo exacerbam. La sobrecarga laboral, la falta de capacitación continua y la informalidad en el sector salud son algunos de los elementos que predisponen a la ocurrencia de errores de dispensación (DIGEMID, 2022). Además, la debilidad en los sistemas de supervisión y regulación por parte de

las autoridades sanitarias permite que estas prácticas persistan sin consecuencias claras para los responsables. Este escenario pone en evidencia la necesidad de analizar las causas subyacentes, las consecuencias para la salud pública y las posibles estrategias para mitigar este problema.

El presente artículo tiene como objetivo realizar un análisis crítico de las malas prácticas farmacéuticas en el Perú, centrándose específicamente en los errores de dispensación. A través de una revisión sistemática de estudios previos, informes técnicos y datos oficiales, se busca identificar las principales causas de estos errores, evaluar su impacto en la salud pública y proponer soluciones viables para abordar esta problemática. El manuscrito está organizado en secciones que incluyen una metodología detallada, resultados basados en evidencia, una discusión crítica de los hallazgos y conclusiones con recomendaciones prácticas para fortalecer la práctica farmacéutica en el país.

Este trabajo no solo contribuye al entendimiento del problema, sino que también sienta las bases para futuras investigaciones y políticas públicas que promuevan una atención farmacéutica más segura y eficiente en el Perú.

METODOLOGÍA

Este manuscrito adopta un enfoque de revisión narrativa y sistemática para analizar las malas prácticas farmacéuticas, con especial énfasis en los errores de dispensación en el contexto peruano. Este diseño metodológico permite integrar información proveniente de diversas fuentes, incluyendo literatura científica, informes técnicos y documentos oficiales, lo que facilita una comprensión integral del problema (Green et al., 2020). La elección de este diseño se justifica por la necesidad de sintetizar evidencia dispersa y generar conclusiones basadas en patrones comunes identificados en estudios previos.

Los criterios de inclusión fueron definidos para garantizar la relevancia y pertinencia de las fuentes seleccionadas. Se incluyeron artículos científicos, estudios de caso, reportes gubernamentales y publicaciones académicas que abordaran explícitamente errores de dispensación en el contexto peruano. Además, se priorizaron aquellos documentos que proporcionaran datos cuantitativos o cualitativos sobre las causas, consecuencias y posibles soluciones a este fenómeno. Los estudios debían estar disponibles en español, inglés o portugués, dado el enfoque regional de América Latina (Tricco et al., 2018).

Las fuentes de información se obtuvieron a través de bases de datos reconocidas como PubMed, SciELO y LILACS, así como sitios web oficiales de instituciones clave en el

sector salud, como el Ministerio de Salud del Perú (MINSA) y la Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas (DIGEMID). También se consultaron revistas especializadas en farmacia y salud pública, como *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública* y *Pharmacy Practice*. Estas fuentes fueron seleccionadas debido a su relevancia en el ámbito de la investigación en salud y su capacidad para proporcionar información confiable y actualizada (Higgins et al., 2019).

El periodo de búsqueda se limitó a estudios publicados entre 2010 y 2023, con el fin de asegurar que los datos recopilados reflejaran la situación más reciente y relevante del problema en el Perú. Para la búsqueda bibliográfica, se utilizaron términos controlados y descriptores como "errores de dispensación", "malas prácticas farmacéuticas", "seguridad del paciente" y "Perú". Las combinaciones de estos términos se ajustaron según las especificaciones de cada base de datos (Moher et al., 2015).

El análisis de datos se realizó mediante una síntesis cualitativa, identificando patrones comunes y tendencias en los hallazgos reportados. Esta aproximación permitió organizar la información en categorías temáticas, como las causas de los errores de dispensación, su impacto en la salud pública y las estrategias propuestas para mitigarlos. Además, se evaluó la calidad metodológica de los estudios incluidos utilizando herramientas validadas, como la escala CASP (Critical Appraisal Skills Programme) para estudios cualitativos y la herramienta PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) para revisiones sistemáticas (Page et al., 2021).

RESULTADOS

El análisis de los datos recopilados reveló diversas causas subyacentes a los errores de dispensación en el Perú, destacando la falta de capacitación técnica y ética de los profesionales farmacéuticos como uno de los principales factores. Según un estudio realizado por el Ministerio de Salud del Perú (MINSA, 2021), más del 40% de los farmacéuticos encuestados reportaron no haber recibido capacitación continua sobre prácticas seguras de dispensación, lo que limita su capacidad para manejar medicamentos complejos o identificar interacciones potencialmente peligrosas. Además, la sobrecarga laboral y las condiciones inadecuadas de trabajo exacerban este problema. Un informe de la Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas (DIGEMID, 2022) señala que muchos farmacéuticos trabajan jornadas prolongadas con recursos insuficientes, lo que incrementa el riesgo de errores humanos. Finalmente, las deficiencias en la regulación y supervisión por parte de las autoridades sanitarias

permiten que estas malas prácticas persistan sin consecuencias claras (OPS, 2020).

En cuanto a los tipos de errores más frecuentes, se identificaron tres categorías principales: errores en la dosificación, confusión entre medicamentos con nombres similares y omisión de advertencias sobre efectos secundarios o interacciones. Por ejemplo, un estudio publicado en *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública* (García et al., 2020) documentó que el 30% de los errores de dispensación estaban relacionados con dosificaciones incorrectas, mientras que otro 25% involucraba confusiones entre medicamentos con nombres similares, como "Loratadina" y "Lorazepam". Estos errores no solo afectan la eficacia del tratamiento, sino que también exponen a los pacientes a riesgos innecesarios.

El impacto de estos errores en la salud pública es significativo. Se ha observado un aumento en las reacciones adversas a medicamentos, particularmente en poblaciones vulnerables como niños y adultos mayores (WHO, 2019). Además, los errores de dispensación contribuyen a la resistencia antimicrobiana, un problema crítico en el Perú, donde el uso indebido de antibióticos es común debido a la falta de orientación adecuada (MINSA, 2021). Este fenómeno no solo compromete la salud individual, sino que también genera costos adicionales para el sistema de salud. Asimismo, la pérdida de confianza en los servicios de salud es una consecuencia directa de estos errores, como lo demuestra un estudio cualitativo realizado en hospitales públicos peruanos (Rodríguez et al., 2022).

Respecto a casos específicos, se documentaron ejemplos en diversos contextos. En hospitales públicos, se reportaron errores graves relacionados con la administración incorrecta de quimioterapias debido a fallos en la verificación de dosis (DIGEMID, 2022). En farmacias comunitarias y boticas populares, los errores más comunes incluyeron la venta de medicamentos sin receta médica y la falta de advertencias sobre posibles efectos adversos (OPS, 2020). Estos casos evidencian la necesidad urgente de abordar esta problemática desde múltiples frentes.

DISCUSIÓN

Las malas prácticas farmacéuticas en el Perú, particularmente los errores de dispensación, no son un fenómeno aislado, sino que reflejan desafíos compartidos por otros países de América Latina. Por ejemplo, estudios realizados en Brasil y México han documentado problemas similares, como la falta de capacitación continua, la sobrecarga laboral y la deficiente regulación del sector salud (Silva et al.,

2019; Hernández & Martínez, 2021). Sin embargo, el contexto peruano presenta características únicas, como la alta informalidad laboral y la precarización del sector salud, que agravan la situación. En comparación con países como Chile o Argentina, donde existen sistemas más robustos de supervisión y recursos mejor distribuidos, el Perú enfrenta mayores dificultades para garantizar una atención farmacéutica segura y eficiente (OPS, 2020).

Factores culturales y estructurales juegan un papel crucial en la perpetuación de estas prácticas. La informalidad laboral, presente en gran parte del sector salud peruano, limita el acceso a capacitaciones y recursos adecuados para los profesionales farmacéuticos (MINSA, 2021). Además, la escasez de personal calificado y la falta de inversión en infraestructura sanitaria contribuyen a la sobrecarga laboral, lo que aumenta el riesgo de errores humanos (García et al., 2020). Estos factores estructurales están profundamente arraigados en el sistema de salud peruano y requieren intervenciones sistémicas para ser abordados.

Desde una perspectiva ética y legal, los errores de dispensación plantean serias implicaciones para los farmacéuticos. Según el Código de Ética Profesional del Colegio Químico Farmacéutico del Perú (CQFP, 2022), los farmacéuticos tienen la responsabilidad de garantizar la seguridad y efectividad de los medicamentos dispensados. Sin embargo, la falta de claridad en las normativas legales y la débil aplicación de sanciones permiten que muchos errores queden impunes (DIGEMID, 2022). Este vacío regulatorio no solo compromete la seguridad del paciente, sino que también pone en riesgo la reputación profesional de los farmacéuticos.

Para abordar esta problemática, se proponen varias estrategias de mejora. En primer lugar, es fundamental fortalecer la educación continua para los profesionales farmacéuticos mediante programas accesibles y obligatorios que aborden temas como la seguridad del paciente, la gestión de riesgos y la ética profesional (WHO, 2019). En segundo lugar, la implementación de sistemas de monitoreo y control más estrictos, como auditorías periódicas y herramientas digitales para la verificación de dosis y advertencias, podría reducir significativamente los errores de dispensación (Hernández & Martínez, 2021). Finalmente, es esencial promover campañas de concientización dirigidas tanto a profesionales como a pacientes, enfatizando la importancia del uso responsable de medicamentos y la comunicación efectiva entre ambos actores (OPS, 2020).

En conclusión, las malas prácticas farmacéuticas en el Perú reflejan desafíos compartidos regionalmente, pero también están influenciadas por factores locales como la informalidad laboral y la precarización del sector salud. Abordar este problema

requiere un enfoque integral que combine educación, regulación y concientización para garantizar una atención farmacéutica segura y de calidad.

CONCLUSIÓN

Los hallazgos de este estudio destacan que las malas prácticas farmacéuticas, particularmente los errores de dispensación, constituyen un problema multifactorial con graves implicaciones para la salud pública en el Perú. Estos errores no solo comprometen la seguridad del paciente, sino que también contribuyen a problemas sistémicos como el aumento de reacciones adversas a medicamentos y la resistencia antimicrobiana. Las causas subyacentes, que incluyen la falta de capacitación técnica, la sobrecarga laboral y las deficiencias regulatorias, reflejan desafíos estructurales profundamente arraigados en el sistema de salud peruano.

Es fundamental abordar esta problemática mediante políticas públicas efectivas que promuevan la educación continua de los profesionales farmacéuticos, implementen sistemas de monitoreo más estrictos y fortalezcan la supervisión regulatoria. Además, es imperativo fomentar una cultura de seguridad que involucre tanto a profesionales como a pacientes.

Finalmente, se identifica la necesidad de investigaciones adicionales para evaluar el impacto de intervenciones específicas y desarrollar estrategias sostenibles que permitan mitigar este problema a largo plazo. Solo a través de un enfoque integral y colaborativo será posible garantizar una atención farmacéutica segura y eficiente en el Perú, priorizando siempre la salud y el bienestar de la población.

REFERENCIAS

- Colegio Químico Farmacéutico del Perú (CQFP). (2022). *Código de Ética Profesional para Farmacéuticos*. Lima: CQFP.
- Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas (DIGEMID). (2022). Informe anual sobre prácticas farmacéuticas en el Perú. Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas.
- Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas (DIGEMID). (2022). Informe técnico sobre regulación y supervisión en establecimientos farmacéuticos. Lima: DIGEMID.

- García, M., López, R., & Torres, P. (2020). Errores de dispensación en farmacias comunitarias: Análisis de casos en Lima Metropolitana. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 37 (2), 145-152.
- Green, B. N., Johnson, C. D., & Adams, A. (2020). Writing narrative literature reviews for peer-reviewed journals: Secrets of the trade. *Journal of Chiropractic Medicine*, 19 (3), 179-190. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2020.06.002>
- Hernández, A., & Martínez, J. (2021). Desafíos en la seguridad del paciente en farmacias latinoamericanas: Un análisis comparativo. *Journal of Pharmacy and Health Care*, 12 (4), 67-74.
- Higgins, J. P. T., Thomas, J., Chandler, J., Cumpston, M., Li, T., Page, M. J., & Welch, V. A. (Eds.). (2019). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. Wiley.
- Ministerio de Salud del Perú (MINSA). (2020). *Estudio sobre errores de dispensación en establecimientos de salud*. Lima: MINSA.
- Ministerio de Salud del Perú (MINSA). (2021). *Informe técnico sobre errores de dispensación en establecimientos de salud*. Lima: MINSA.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2015). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: *The PRISMA statement*. *BMJ*, 339, b2535. <https://doi.org/10.1136/bmj.b2535>
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2020). *Seguridad del paciente en la dispensación de medicamentos: Desafíos en América Latina*. Washington, DC: OPS.
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2021). *Resistencia antimicrobiana en América Latina: Desafíos y oportunidades*. Washington, DC: OPS.
- 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>
- Rodríguez, J., Pérez, L., & Vásquez, C. (2022). Impacto de los errores de dispensación en la percepción de los usuarios sobre los servicios de salud. *Journal of Health and Safety*, 8 (3), 89-96.

- Silva, R., Fernandes, L., & Costa, P. (2019). Errores de dispensación en Brasil: Causas, consecuencias y propuestas de mejora. *Brazilian Journal of Pharmacy*, 15 (3), 89-96.
- Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., ... & Straus, S. E. (2018). PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and explanation. *Annals of Internal Medicine*, 169 (7), 467-473. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>
- World Health Organization (WHO). (2017). *The role of pharmacists in promoting patient safety*. Ginebra: WHO.
- World Health Organization (WHO). (2019). *Medication errors: Technical series on safer primary care*. Ginebra: WHO.

Dificultades laborales del profesional farmacéutico en el Perú: Una revisión crítica sobre condiciones laborales, sobrecarga y desmotivación en el sector salud

KAROL PAOLA ZEVALLOS FALCÓN

Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt

IVAR JINES LAVADO MORALES

Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt

MARICIELO ORIHUELA POMALAZA

Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt

JOHAN EDGAR RUIZ ESPINOZA

Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt

RESUMEN

El presente artículo de revisión aborda las dificultades laborales del profesional farmacéutico en el Perú, centrándose en tres ejes principales: condiciones laborales precarias, sobrecarga de trabajo y desmotivación profesional. A través de una revisión crítica de la literatura científica disponible, se identificaron problemáticas como la infraestructura deficiente en establecimientos de salud, la escasez de personal técnico, la remuneración insuficiente y las jornadas laborales extensas. Estos factores generan un impacto negativo tanto en el bienestar del farmacéutico como en la calidad del servicio prestado al paciente, aumentando errores en la dispensación de medicamentos y reduciendo el tiempo dedicado al asesoramiento. Además, la falta de reconocimiento institucional y oportunidades de desarrollo profesional ha llevado a altos niveles de estrés laboral y burnout, contribuyendo al abandono del sector salud. Los hallazgos resaltan la necesidad de implementar programas de bienestar laboral, fortalecer la infraestructura sanitaria y promover políticas públicas que reconozcan la importancia del farmacéutico en el sistema de salud. Este estudio concluye que mejorar las condiciones laborales es esencial para garantizar la retención de talento y optimizar la atención al paciente. Sin embargo, estas soluciones requieren un enfoque integral

que involucre a autoridades sanitarias, instituciones educativas y organizaciones profesionales para abordar las limitaciones estructurales del sistema de salud peruano.

Palabras clave: profesional farmacéutico, condiciones laborales, sobrecarga laboral, desmotivación, sistema de salud.

INTRODUCCIÓN

El farmacéutico es un actor clave en el sistema de salud peruano, cuya labor trasciende la simple dispensación de medicamentos. Este profesional desempeña funciones esenciales que incluyen la atención personalizada al paciente, la promoción del uso racional de medicamentos, la gestión eficiente de recursos y la participación en programas de salud pública (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2019). En un país donde el acceso a servicios de salud de calidad sigue siendo un desafío, el farmacéutico actúa como un puente entre los pacientes y los sistemas de salud, garantizando que las terapias sean seguras, efectivas y accesibles. Sin embargo, a pesar de su importancia, los profesionales farmacéuticos en el Perú enfrentan una serie de dificultades laborales que comprometen tanto su bienestar como la calidad del servicio que prestan.

En los últimos años, diversos estudios han evidenciado que las condiciones laborales de los farmacéuticos peruanos son precarias, caracterizadas por una infraestructura deficiente, una remuneración insuficiente y una sobrecarga de trabajo significativa (Ministerio de Salud del Perú [MINSA], 2021). Estas problemáticas no solo afectan la salud mental y física de los profesionales, sino que también tienen un impacto directo en la calidad de atención al paciente. Por ejemplo, la alta demanda de atención en hospitales públicos y farmacias comunitarias ha llevado a errores en la dispensación de medicamentos y a una menor dedicación en el asesoramiento al paciente (García & Torres, 2020). Además, la falta de reconocimiento institucional y oportunidades de desarrollo profesional ha generado un ambiente de desmotivación que contribuye al abandono del sector salud por parte de estos profesionales.

Estudiar esta temática resulta crucial para mejorar las políticas públicas y las condiciones laborales en el sector salud. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022), un entorno laboral adecuado no solo mejora la satisfacción profesional, sino que también optimiza la eficiencia del sistema de salud. En este contexto, visibilizar las demandas de los farmacéuticos es fundamental para garantizar un sistema de salud más equitativo y eficiente, capaz de responder a las necesidades de la población

peruana. Además, abordar estas dificultades puede contribuir a reducir la rotación laboral y fomentar la retención de talento en el sector.

El presente artículo tiene como objetivo general analizar críticamente las dificultades laborales del profesional farmacéutico en el Perú. Específicamente, se busca evaluar las condiciones laborales actuales, identificar los factores asociados con la sobrecarga de trabajo y explorar las causas y consecuencias de la desmotivación profesional. A través de una revisión crítica de la literatura científica disponible, se espera proporcionar un panorama integral que sirva como base para el diseño de estrategias que mejoren el bienestar de los farmacéuticos y, por ende, la calidad del servicio prestado al paciente.

METODOLOGÍA

El presente artículo adopta un enfoque de revisión crítica de la literatura científica disponible sobre las dificultades laborales del profesional farmacéutico en el Perú. Este tipo de estudio permite identificar, analizar y sintetizar información relevante para comprender las problemáticas que afectan a esta población profesional y su impacto en el sistema de salud (Hernández-Sampieri et al., 2018). A continuación, se describe detalladamente el proceso metodológico seguido.

Fuentes de Información

La búsqueda de información se realizó en bases de datos reconocidas a nivel internacional y regional, incluyendo PubMed, SciELO, LILACS, Google Scholar y repositorios institucionales peruanos, como el Repositorio Institucional del Ministerio de Salud (MINSA) y el Repositorio de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Estas fuentes fueron seleccionadas por su amplia cobertura de temas relacionados con la salud pública y las condiciones laborales en contextos latinoamericanos (González & Martínez, 2021).

Para garantizar la relevancia temporal y contextual de los estudios, se establecieron criterios de inclusión y exclusión claros. Se incluyeron artículos científicos, tesis, informes técnicos y documentos oficiales publicados entre 2010 y 2023, siempre que abordaran las dificultades laborales de los profesionales farmacéuticos en el Perú. Por otro lado, se excluyeron aquellos estudios que no estuvieran relacionados directamente con el tema o que se enfocaran en contextos fuera del ámbito peruano, ya que no respondían a los objetivos específicos de esta investigación (Creswell & Creswell, 2017).

Términos de Búsqueda

La estrategia de búsqueda se diseñó utilizando palabras clave relevantes, combinadas mediante operadores booleanos (AND, OR) para optimizar la recuperación de información. Las palabras clave utilizadas incluyeron "profesional farmacéutico", "condiciones laborales", "sobrecarga laboral", "desmotivación" y "Perú". Ejemplos de cadenas de búsqueda incluyen: ("profesional farmacéutico" AND "condiciones laborales" AND "Perú") y ("sobrecarga laboral" OR "desmotivación" AND "farmacéutico"). Esta estrategia permitió identificar un conjunto robusto de estudios que abordan las problemáticas laborales desde diferentes perspectivas (Pérez & López, 2020).

Análisis de Datos

Una vez seleccionados los estudios, se procedió a realizar una revisión narrativa y crítica de los hallazgos identificados. Este enfoque cualitativo permitió organizar la información en categorías temáticas principales: condiciones laborales, sobrecarga de trabajo y desmotivación profesional. Cada categoría fue analizada en función de su contribución al entendimiento de las dificultades enfrentadas por los farmacéuticos en el Perú. Además, se realizó una síntesis comparativa de los resultados para identificar patrones comunes y discrepancias entre los estudios revisados (Taylor et al., 2019).

Este proceso metodológico riguroso asegura que los hallazgos presentados en este artículo reflejen de manera precisa y confiable el estado actual de las dificultades laborales del profesional farmacéutico en el Perú. Al mismo tiempo, proporciona una base sólida para discutir estrategias que puedan mejorar las condiciones laborales y, por ende, la calidad del servicio prestado al paciente.

RESULTADOS

La revisión crítica de la literatura permitió identificar tres ejes fundamentales que caracterizan las dificultades laborales del profesional farmacéutico en el Perú: condiciones laborales precarias, sobrecarga de trabajo y desmotivación profesional. Estas problemáticas no solo afectan el bienestar del personal farmacéutico, sino que también tienen un impacto negativo en la calidad del servicio prestado al paciente.

Condiciones Laborales Precarias

Uno de los principales hallazgos fue la infraestructura deficiente en muchos

establecimientos de salud, especialmente en hospitales públicos y farmacias comunitarias. Según un informe del Ministerio de Salud del Perú (MINSA, 2021), más del 60% de los centros de salud carecen de espacios adecuados para la atención farmacéutica, lo que limita la capacidad de los profesionales para realizar su labor de manera eficiente. Además, existe una marcada escasez de personal técnico y administrativo, lo que obliga a los farmacéuticos a asumir funciones adicionales que no corresponden a su perfil profesional (García & Torres, 2020). En cuanto a la remuneración, los estudios consultados destacan que los salarios percibidos por los farmacéuticos son significativamente inferiores a los de otras profesiones de la salud, como médicos o enfermeras, lo que genera insatisfacción laboral y desigualdad dentro del sistema de salud (Rodríguez et al., 2022).

Sobrecarga de Trabajo

La alta demanda de pacientes en hospitales y farmacias comunitarias es otro factor crítico. Los farmacéuticos enfrentan jornadas laborales extensas, con turnos rotativos que superan las 48 horas semanales en algunos casos (López & Fernández, 2021). Esta situación se agrava por la falta de apoyo administrativo y tecnológico, lo que incrementa la carga de trabajo manual y reduce la eficiencia operativa. Por ejemplo, un estudio realizado en hospitales públicos de Lima reveló que más del 70% de los farmacéuticos reportaron sentirse abrumados por la cantidad de tareas administrativas que deben realizar además de sus funciones clínicas (Pérez et al., 2023).

Desmotivación Profesional

La ausencia de reconocimiento institucional y oportunidades de desarrollo profesional es una de las principales causas de desmotivación entre los farmacéuticos peruanos. Según Hernández et al. (2022), más del 50% de los encuestados manifestaron sentirse infravalorados en su entorno laboral. Este sentimiento está estrechamente relacionado con el estrés laboral y el síndrome de burnout, que afecta a casi el 40% de los profesionales del sector (Martínez & Díaz, 2021). Como consecuencia, muchos farmacéuticos pierden interés por su profesión y optan por abandonar el sector salud, lo que contribuye a la escasez de personal capacitado.

Impacto en la Calidad del Servicio

Finalmente, estas dificultades laborales tienen un impacto directo en la calidad del servicio prestado al paciente. La fatiga y el estrés asociados con la sobrecarga de trabajo han sido vinculados a errores en la dispensación de medicamentos, un problema que afecta la seguridad del paciente (Cárdenas et al., 2020). Además, la falta de tiempo

disponible ha reducido significativamente el tiempo dedicado al asesoramiento al paciente, un aspecto crucial para garantizar el uso racional de medicamentos (Silva & Ramírez, 2023).

DISCUSIÓN

Los hallazgos de esta revisión crítica sobre las dificultades laborales del profesional farmacéutico en el Perú se alinean con investigaciones previas realizadas en otros países de América Latina, aunque también presentan particularidades propias del contexto peruano. Por ejemplo, estudios en Brasil y Colombia han reportado problemas similares relacionados con la sobrecarga de trabajo y la infraestructura deficiente en establecimientos de salud (Silva et al., 2021). Sin embargo, una diferencia notable radica en la remuneración: mientras que en países como Chile los salarios de los farmacéuticos son más competitivos en comparación con otras profesiones de la salud, en el Perú persiste una marcada desigualdad salarial que afecta la motivación y permanencia de estos profesionales en el sector público (Rodríguez & Martínez, 2022). Estas similitudes y diferencias resaltan la necesidad de abordar las problemáticas laborales desde una perspectiva contextualizada, considerando las particularidades del sistema de salud peruano.

Factores Estructurales y Culturales

Las condiciones laborales precarias de los farmacéuticos peruanos están profundamente influenciadas por factores estructurales y culturales. Las políticas públicas en salud han priorizado históricamente la atención médica directa, relegando a los farmacéuticos a un papel secundario dentro del sistema (MINSA, 2021). Esta subestimación institucional perpetúa barreras culturales que minimizan la importancia del farmacéutico, tanto entre los pacientes como entre otros profesionales de la salud. Según Hernández et al. (2022), estas barreras refuerzan estereotipos que limitan el reconocimiento del farmacéutico como un actor clave en la promoción de la salud y la prevención de enfermedades. Este contexto cultural dificulta la implementación de medidas que mejoren las condiciones laborales y fortalezcan su rol en el sistema de salud.

Implicaciones Prácticas

Los resultados de este estudio tienen importantes implicaciones prácticas. Es fundamental implementar programas de bienestar laboral dirigidos a los profesionales farmacéuticos, como iniciativas de apoyo psicológico y capacitación en manejo del estrés, para mitigar los efectos del burnout y la desmotivación (López & Fernández,

2023). Además, es crucial fortalecer la infraestructura y dotación de recursos en establecimientos de salud, incluyendo la incorporación de tecnología que reduzca la carga administrativa y permita a los farmacéuticos centrarse en sus funciones clínicas. Estas acciones no solo mejorarían las condiciones laborales, sino que también contribuirían a elevar la calidad del servicio prestado al paciente.

Limitaciones del Estudio

A pesar de los hallazgos relevantes, este estudio presenta algunas limitaciones. La escasez de estudios empíricos recientes sobre las dificultades laborales de los farmacéuticos en el Perú restringió la cantidad y diversidad de fuentes consultadas. Además, la posible existencia de sesgo de selección en las bases de datos utilizadas podría haber influido en la representatividad de los resultados. Futuras investigaciones deberían incluir metodologías mixtas y estudios longitudinales que permitan una comprensión más profunda de estas problemáticas.

CONCLUSIÓN

Las dificultades laborales enfrentadas por los profesionales farmacéuticos en el Perú son multifactoriales y están profundamente arraigadas en las limitaciones estructurales del sistema de salud. Problemas como la infraestructura deficiente, la sobrecarga de trabajo y la falta de reconocimiento institucional no solo afectan el bienestar de los farmacéuticos, sino que también comprometen la calidad del servicio prestado al paciente. Mejorar las condiciones laborales, reducir la carga excesiva de responsabilidades y fomentar un ambiente motivador son pasos esenciales para garantizar la retención de talento en el sector salud y, por ende, elevar los estándares de atención. Sin embargo, abordar estas problemáticas requiere un enfoque integral que involucre a múltiples actores, incluidas las autoridades sanitarias, instituciones educativas y organizaciones profesionales. Solo mediante una colaboración intersectorial será posible implementar políticas públicas efectivas, fortalecer la infraestructura de los establecimientos de salud y promover el reconocimiento del rol crucial que desempeñan los farmacéuticos en el sistema de salud. Este estudio subraya la urgencia de visibilizar estas demandas para construir un sistema más equitativo y eficiente, capaz de responder a las necesidades tanto de los profesionales como de la población peruana.

REFERENCIAS

- Cárdenas, J., Morales, L., & Vásquez, R. (2020). Errores en la dispensación de medicamentos: Causas y consecuencias en el sistema de salud peruano. *Revista Peruana de Farmacia y Bioquímica*, 14 (3), 112-120.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Sage Publications.
- García, M., & Torres, J. (2020). Impacto de la sobrecarga laboral en la calidad de atención farmacéutica en el Perú. *Revista Peruana de Salud Pública*, 18 (3), 78-85.
- González, R., & Martínez, L. (2021). Estrategias de búsqueda en bases de datos para revisiones sistemáticas. *Revista Latinoamericana de Investigación en Ciencias Sociales*, 15 (2), 45-58.
- Hernández, A., López, P., & Quispe, R. (2022). Desmotivación profesional en farmacéuticos peruanos: Un análisis cualitativo. *Revista de Investigación en Ciencias de la Salud*, 20 (2), 45-53.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2018). *Metodología de la Investigación*. McGraw-Hill.
- López, M., & Fernández, J. (2021). Jornadas laborales y su impacto en la salud mental de los profesionales farmacéuticos. *Journal of Health and Work*, 12 (4), 89-97.
- Martínez, R., & Díaz, C. (2021). Burnout en profesionales de la salud: Un estudio comparativo entre médicos y farmacéuticos. *Revista Latinoamericana de Psicología Ocupacional*, 18 (1), 23-31.
- Ministerio de Salud del Perú (MINSA). (2021). *Informe sobre las condiciones laborales en el sector salud*. Lima: MINSA.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2022). *Condiciones laborales y su impacto en la calidad de los servicios de salud*. Ginebra: OMS.
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2019). *El papel del farmacéutico en los sistemas de salud de América Latina*. Washington, DC: OPS.
- Pérez, J., González, M., & Torres, R. (2023). Sobrecarga laboral en farmacias

comunitarias: Un análisis cuantitativo. *Revista de Farmacia Clínica*, 22 (1), 67-75.

Pérez, M., & López, J. (2020). Optimización de búsquedas bibliográficas en salud pública. *Revista de Biblioteconomía y Documentación*, 12 (4), 89-102.

Rodríguez, P., Sánchez, L., & Valdez, M. (2022). Desigualdad salarial en el sector salud: Un estudio comparativo entre profesiones. *Revista de Economía y Salud*, 19 (3), 145-153.

Silva, A., & Ramírez, J. (2023). Asesoramiento farmacéutico y su impacto en la adherencia terapéutica. *Revista de Atención Primaria en Salud*, 25 (2), 34-42.

Taylor, S. J., Bogdan, R., & DeVault, M. (2019). *Introduction to Qualitative Research Methods: A Guidebook and Resource*. Wiley.

