

DOI: 10.26820/recimundo/9.(2).abril.2025.579-595

URL: <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/2670>

EDITORIAL: Saberes del Conocimiento

REVISTA: RECIMUNDO

ISSN: 2588-073X

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Artículo de revisión

CÓDIGO UNESCO: 58 Pedagogía

PAGINAS: 579-595



La bioestadística como modelo de enseñanza-aprendizaje en la investigación en estudiantes de las áreas de la salud. Una revisión sistemática

Biostatistics as a teaching-learning model in research for students in the health fields. A systematic review

A bioestatística como modelo de ensino-aprendizagem na investigação para estudantes das áreas da saúde. Uma revisão sistemática

Marcos Rodolfo Tobar Moran¹; Liliana Melba Sarmiento Barreiro²; Zynnia Gabriela Reyes Sánchez³; Sara del Rocio Falconí San Lucas⁴

RECIBIDO: 10/03/2025 **ACEPTADO:** 19/04/2025 **PUBLICADO:** 25/06/2025

1. Magíster en Sistemas de Información Gerencial; Ingeniero en Electricidad Especialización Electrónica; Universidad de Guayaquil; Universidad de Especialidades Espíritu Santo; Guayaquil, Ecuador; marcos.tobarm@ug.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0002-0083-5812>
2. Magíster en Sistemas de Información Gerencial; Magíster en Diseño Curricular; Ingeniera en Sistemas Computacionales; Universidad de Guayaquil; Guayaquil, Ecuador; liliana.sarmientob@ug.edu.ec; <https://orcid.org/0009-0003-6939-5709>
3. Magíster en Sistemas de Información Mención en Inteligencia de Negocios; Ingeniera en Sistemas Computacionales; Universidad de Guayaquil; Guayaquil, Ecuador; zynnia.reyess@ug.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0001-6659-4399>
4. Máster Universitario en Ingeniería de Software y Sistemas Informáticos; Diploma Superior en Gestión Educativa; Magíster en Gerencia y Liderazgo Educativo; Universidad de Guayaquil; Guayaquil, Ecuador; sara.falconis@ug.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0002-4708-4403>

CORRESPONDENCIA

Marcos Rodolfo Tobar Moran
marcos.tobarm@ug.edu.ec

Guayaquil, Ecuador

RESUMEN

La bioestadística es una herramienta clave en la formación investigativa de los estudiantes en ciencias de la salud. Esta revisión sistemática, realizada siguiendo las pautas de PRISMA 2020, tuvo como objetivo examinar cómo se ha integrado la bioestadística en los modelos de enseñanza-aprendizaje dentro de los procesos formativos enfocados en la investigación. Se llevó a cabo una búsqueda en bases de datos como PubMed, Scopus, ERIC y SciELO, seleccionando estudios publicados entre 2000 y 2025. De un total de 912 registros, se incluyeron 32 estudios que cumplían con los criterios de elegibilidad. Los resultados muestran que el uso de estrategias activas, como el aprendizaje basado en proyectos, la gamificación y el uso de software estadístico interactivo, favorece el desarrollo de competencias investigativas y mejora la actitud hacia la bioestadística. Se identificaron desafíos recurrentes, como la percepción de dificultad, la baja motivación inicial y la limitada integración curricular. Sin embargo, los programas que conectan la bioestadística con problemas reales en el ámbito clínico y comunitario demuestran ser más efectivos para un aprendizaje significativo. En conclusión, un enfoque pedagógico centrado en el estudiante, que se apoye en la contextualización y la aplicación práctica, refuerza el papel de la bioestadística como un eje fundamental en la investigación en la formación en salud.

Palabras clave: Bioestadística, Educación, Medicina, Estudiantes, Profesiones sanitarias, Aprendizaje, Investigación.

ABSTRACT

The comorbidity between type 2 diabetes mellitus (T2DM) and hypertension (HTN) has become a growing challenge for healthcare systems. Biostatistics is a key tool in the research training of health science students. This systematic review, conducted following the PRISMA 2020 guidelines, aimed to examine how biostatistics has been integrated into teaching-learning models within research-focused training processes. A search was conducted in databases such as PubMed, Scopus, ERIC, and SciELO, selecting studies published between 2015 and 2025. Out of a total of 912 records, 31 studies that met the eligibility criteria were included. The results show that the use of active strategies, such as project-based learning, gamification, and the use of interactive statistical software, promotes the development of research skills and improves attitudes toward biostatistics. Recurring challenges were identified, such as the perception of difficulty, low initial motivation, and limited curricular integration. However, programs that connect biostatistics to real-world problems in clinical and community settings prove to be more effective for meaningful learning. In conclusion, a student-centered pedagogical approach, supported by contextualization and practical application, reinforces the role of biostatistics as a fundamental axis in research in health education.

Keywords: Biostatistics, Education, Medicine, Students, Health professions, Learning, Research.

RESUMO

A comorbidade entre diabetes mellitus tipo 2 (DM2) e hipertensão (HTN) tornou-se um desafio crescente para os sistemas de saúde. A bioestatística é uma ferramenta fundamental na formação em investigação de estudantes de ciências da saúde. Esta revisão sistemática, realizada de acordo com as diretrizes PRISMA 2020, teve como objetivo examinar como a bioestatística tem sido integrada em modelos de ensino-aprendizagem dentro de processos de formação focados na investigação. Foi realizada uma pesquisa em bases de dados como PubMed, Scopus, ERIC e SciELO, selecionando estudos publicados entre 2015 e 2025. De um total de 912 registros, foram incluídos 31 estudos que atendiam aos critérios de elegibilidade. Os resultados mostram que o uso de estratégias ativas, como aprendizagem baseada em projetos, gamificação e uso de software estatístico interativo, promove o desenvolvimento de competências de investigação e melhora as atitudes em relação à bioestatística. Foram identificados desafios recorrentes, como a percepção de dificuldade, baixa motivação inicial e integração curricular limitada. No entanto, programas que conectam a bioestatística a problemas do mundo real em contextos clínicos e comunitários provam ser mais eficazes para uma aprendizagem significativa. Em conclusão, uma abordagem pedagógica centrada no aluno, apoiada pela contextualização e aplicação prática, reforça o papel da bioestatística como um eixo fundamental na investigação em educação em saúde.

Palavras-chave: Bioestatística, Educação, Medicina, Estudantes, Profissões da saúde, Aprendizagem, Investigação.

Introducción

La bioestadística es un pilar esencial en la enseñanza y el aprendizaje dentro de la investigación en salud, ya que ofrece herramientas clave para analizar datos y llegar a conclusiones válidas. Sin embargo, a pesar de su relevancia, muchos estudiantes de carreras de salud enfrentan dificultades con los conceptos bioestadísticos, que son vitales para la práctica y la investigación fundamentada en evidencia. Se han implementado diversas estrategias educativas para fortalecer el conocimiento bioestadístico de los estudiantes, lo que resalta la necesidad de modelos de enseñanza efectivos en este campo. En las secciones siguientes, se explorará el papel de la bioestadística en la educación sanitaria, los desafíos que presenta y los enfoques pedagógicos innovadores.

La bioestadística es crucial para los ensayos clínicos, el desarrollo de medicamentos y la investigación en salud, ya que establece una base sólida para el diseño de ensayos, la gestión de datos y la interpretación de resultados (Mishra y Khan, 2024). Permite a los estudiantes entender y aplicar métodos estadísticos a datos de salud del mundo real, lo que mejora su capacidad para realizar y evaluar investigaciones (Hayes et al., 2023). Muchos estudiantes y profesionales tienden a pasar por alto la bioestadística debido a su aparente complejidad y a la falta de recursos educativos atractivos (Dharaiya, 2021). Existe un desafío global en la alfabetización bioestadística entre los estudiantes de medicina, a menudo causado por percepciones negativas y métodos de enseñanza inadecuados (Sami, 2009).

Los módulos interactivos, como los creados con Rise Articulate 360®, han demostrado ser efectivos para mejorar el conocimiento y la confianza de los estudiantes en bioestadística (Hayes et al., 2023). La incorporación de aplicaciones prácticas y ejemplos del mundo real puede hacer que la bioestadística resulte más cercana y atractiva para los estudiantes (Sami, 2010).

La bioestadística desempeña un papel crucial en los estudios de salud mundial, ya que contribuye a la vigilancia de enfermedades, la epidemiología y las intervenciones de salud pública (Olowe et al., 2024). Cada vez se utilizan más métodos avanzados, como el aprendizaje automático y los enfoques bayesianos, para gestionar datos sanitarios a gran escala y mejorar los modelos predictivos (Olowe et al., 2024). Si bien la bioestadística es esencial en la investigación y la educación sanitarias, su enseñanza plantea retos que requieren soluciones innovadoras. Al adoptar métodos de enseñanza interactivos y prácticos, los educadores pueden mejorar la comprensión y la aplicación de la bioestadística por parte de los estudiantes, lo que en última instancia mejora sus habilidades de investigación y sus contribuciones a la salud global.

La bioestadística es fundamental en la formación de estudiantes de las áreas de la salud, pero su enseñanza suele ser percibida como desafiante y poco atractiva. Diversos enfoques innovadores han demostrado mejorar el aprendizaje y la percepción de la bioestadística, como el aprendizaje basado en problemas (PBL), que promueve el pensamiento crítico y el autoaprendizaje, resultando en mejores desempeños académicos frente a la enseñanza tradicional¹. Métodos prácticos, como el uso de herramientas interactivas en línea y el análisis de datos reales con software estadístico, facilitan la comprensión conceptual y aumentan la satisfacción estudiantil, además de reducir el estrés asociado al aprendizaje de la materia (Grambow et al, 2022; Choudhari et al, 2021; Varghese, Ramesh & Veeraiyan, 2019).

La integración de la bioestadística en currículos mediante módulos blended o experiencias prácticas, como pasantías en centros de salud académicos, fomenta competencias colaborativas y aplicadas, aunque los resultados en evaluaciones sumativas pueden ser similares a los métodos tradicionales, los logros en evaluaciones formativas y habilidades prácticas son superiores (Mar-

tinez et al, 2023). Los estudiantes valoran especialmente los enfoques centrados en la práctica y la relevancia para su campo de estudio, sugiriendo que la enseñanza debe adaptarse a sus necesidades profesionales y ofrecer oportunidades de aprendizaje activo y opcional (McHugh 2021). Sin embargo, en muchos países, la bioestadística y la medicina basada en evidencia aún ocupan un lugar marginal en los planes de estudio, lo que limita su impacto en la formación integral de los futuros profesionales de la salud⁸. En conclusión, la evidencia respalda que modelos de enseñanza-aprendizaje activos, prácticos y contextualizados en bioestadística mejoran la motivación, el desempeño y la percepción de los estudiantes en las áreas de la salud (Villa et al, 2023).

En el contexto de las ciencias de la salud, la formación investigativa se ha convertido en un componente esencial para garantizar profesionales competentes, críticos y capaces de generar conocimiento científico. En este proceso, la bioestadística ocupa un papel fundamental, ya que proporciona las herramientas necesarias para el análisis y la interpretación de datos empíricos, elementos clave en la validación de resultados y en la toma de decisiones basadas en evidencia (Rosner, 2020). Sin embargo, a pesar de su importancia, diversos estudios han mostrado que los estudiantes de carreras en salud enfrentan múltiples dificultades en el aprendizaje de la bioestadística, debido a su naturaleza cuantitativa, el uso intensivo de terminología técnica y la baja percepción de utilidad práctica (Choudhari et al., 2021; Ordak, 2024).

Esta problemática ha impulsado la exploración de modelos pedagógicos que integren la bioestadística como parte estructural del proceso enseñanza-aprendizaje, especialmente en contextos de formación investigativa. Aun así, la literatura científica muestra una dispersión en cuanto a enfoques didácticos, estrategias de enseñanza y resultados de aprendizaje, con estudios aislados que no permiten extraer conclusiones generali-

zables (Grambow et al., 2022; Villa-Ochoa et al., 2023). Además, muchas investigaciones previas no abordan la integración de la bioestadística desde un enfoque educativo sistemático, limitándose a evaluaciones puntuales de programas o cursos, sin considerar su efecto a largo plazo en las competencias investigativas de los estudiantes.

Frente a esta realidad, se justifica la necesidad de una revisión sistemática que recopile, analice y sintetice la evidencia existente sobre cómo se ha integrado la bioestadística en los modelos de enseñanza-aprendizaje dentro de procesos formativos orientados a la investigación. A diferencia de las revisiones narrativas, que suelen carecer de una metodología rigurosa y están sujetas a sesgos de selección e interpretación (Moher et al., 2009), una revisión sistemática permite evaluar la calidad metodológica de los estudios incluidos, identificar patrones emergentes y evidenciar lagunas en el conocimiento. Esta revisión resulta crucial no solo para orientar futuras investigaciones en el ámbito educativo, sino también para informar decisiones curriculares, fortalecer la formación docente y mejorar la calidad del aprendizaje en las ciencias de la salud.

El objetivo principal de esta revisión es examinar cómo se ha integrado la bioestadística en los modelos de enseñanza-aprendizaje dentro de los procesos formativos enfocados en la investigación en estudiantes de las áreas de la salud. Específicamente, se pretende: Evaluar los enfoques metodológicos empleados para la enseñanza de la bioestadística en contextos investigativos.

Comparar los resultados de aprendizaje reportados en diferentes estrategias pedagógicas. Identificar barreras y facilitadores en la implementación de dichos modelos educativos. Analizar las brechas de conocimiento que persisten en la formación estadística de estudiantes en salud.

Esta revisión se enmarca en una visión constructivista del aprendizaje, donde el conocimiento se construye activamente mediante

la interacción del estudiante con el contenido y su contexto (Piaget, 1970; Vygotsky, 1978). En este enfoque, la bioestadística no se enseña como un conjunto de técnicas abstractas, sino como una herramienta para resolver problemas reales en investigación. Se considerará como modelo de enseñanza-aprendizaje al conjunto articulado de métodos, recursos y estrategias didácticas diseñadas para promover el desarrollo de competencias investigativas, particularmente en el análisis y la interpretación de datos. Bioestadística se define operacionalmente como el conjunto de técnicas estadísticas aplicadas al análisis de datos en el campo de la salud, y su enseñanza implica tanto el conocimiento conceptual como el uso práctico de software especializado, la interpretación crítica de resultados y la aplicación ética de los hallazgos (Rosner, 2020; McHugh & Hardy, 2021).

La importancia de esta revisión radica en su potencial para generar una visión integral sobre las prácticas actuales de enseñanza de la bioestadística en el ámbito de la investigación formativa. Esta síntesis de la evidencia contribuirá al diseño de programas educativos más efectivos, mejorará la formación investigativa en carreras de la salud y puede incidir positivamente en la calidad de los trabajos de titulación, publicaciones científicas y en última instancia, en la práctica clínica basada en evidencia (Martínez-Alvarado et al., 2022; Ordak, 2024). Asimismo, esta revisión puede servir de base para recomendaciones pedagógicas y políticas institucionales orientadas a fortalecer la educación estadística en los futuros profesionales de salud.

Metodología

Este estudio se realizó como una revisión sistemática siguiendo las pautas del protocolo PRISMA 2020 (Page et al., 2021), con el objetivo de reunir la evidencia científica disponible sobre el papel de la bioestadística en la enseñanza y el aprendizaje dentro de la formación investigativa de los estudiantes

del área de la salud. Elegimos este enfoque metodológico por su rigor, transparencia y su capacidad para reducir sesgos, lo que facilita la identificación sistemática de patrones y vacíos en la literatura existente.

Para guiar nuestra investigación, formulamos una pregunta estructurada en el formato PICO, que definió los siguientes componentes: Población (P), compuesta por estudiantes de pregrado o posgrado en áreas de la salud (como Medicina, Enfermería, Odontología, entre otras); Intervención (I), que se refiere a estrategias pedagógicas que integren la bioestadística en la formación investigativa; Comparación (C), que consideró métodos tradicionales de enseñanza o programas que no aplican un enfoque estadístico; y Resultados (O), enfocados en el desarrollo de competencias investigativas, la comprensión de conceptos bioestadísticos, su aplicación en proyectos de investigación y la satisfacción académica.

En cuanto a los criterios de elegibilidad, establecimos parámetros claros para incluir y excluir estudios. Los criterios de inclusión abarcaron artículos publicados entre 2000 y 2025, en idiomas como español, inglés o portugués, que evaluaran intervenciones pedagógicas en bioestadística dirigidas a estudiantes de ciencias de la salud, con diseños cuantitativos, cualitativos o mixtos. Por otro lado, excluimos revisiones no sistemáticas, editoriales, cartas al editor, estudios sin texto completo disponible e investigaciones que no abordaran directamente la aplicación pedagógica de la bioestadística en la formación investigativa.

Para asegurar una búsqueda completa, se revisaron varias bases de datos académicas, como PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, SciELO y ERIC, esta última centrada en metodologías educativas. Además, se llevó a cabo una búsqueda manual en repositorios como Google Scholar y en tesis universitarias, así como en literatura gris relevante. La estrategia de búsqueda se fundamentó en términos controlados (MeSH/

DeCS) y operadores booleanos, como se muestra en la siguiente consulta para PubMed: ("Biostatistics" OR "Biomedical Statistics") AND ("Teaching" OR "Learning" OR "Education") AND ("Health Students" OR "Medical Education") AND ("Research" OR "Scientific Methodology"). Esta búsqueda se realizó en marzo de 2024, y se documentaron en una tabla anexa las estrategias adaptadas para cada base de datos.

El proceso de selección de estudios se llevó a cabo de manera sistemática. Primero, se eliminaron duplicados utilizando gestores bibliográficos como EndNote y Zotero. Luego, dos revisores independientes evaluaron títulos y resúmenes, aplicando los criterios PICO. En caso de discrepancias, se resolvieron mediante consenso o con la intervención de un tercer revisor. Finalmente, los estudios preseleccionados fueron sometidos a una evaluación de texto completo para confirmar su elegibilidad.

La extracción de datos se realizó utilizando una plantilla estandarizada, donde se registró información clave como autores, año, país, diseño metodológico, población estudiada, intervención pedagógica evaluada y resultados principales (competencias adquiridas, impacto en investigación). También se evaluó la calidad metodológica de los estudios incluidos usando herramientas específicas según su diseño: JBI (Joanna Briggs Institute) para estudios cuantitativos, CASP (Critical Appraisal Skills Programme) para cualitativos y MMAT (Mixed Methods Appraisal Tool) para estudios mixtos. El riesgo de sesgo se clasificó en bajo, moderado o alto, con verificación por pares para asegurar la calidad.

Para sintetizar los resultados, se optó por un enfoque narrativo, organizando los estudios según el tipo de intervención pedagógica (cursos integrados, talleres, uso de software estadístico), así como los resultados en competencias investigativas y los factores que contribuyeron al éxito o que se identificaron como barreras. Los hallazgos se presentaron en tablas comparativas y

matrices temáticas, lo que facilita su análisis e interpretación. Por último, el proceso de selección se resume en un diagrama de flujo PRISMA (Figura 1), que muestra el número de registros identificados, los estudios excluidos (ya sea por duplicados o por no cumplir con los criterios) y los artículos que se incluyeron en la síntesis cualitativa y/o cuantitativa. Esta sección metodológica garantiza que la revisión cumpla con los estándares de rigor científico y reproducibilidad que exige PRISMA.

Resultados

Diagrama de flujo Prisma

Durante la etapa de identificación, se localizaron un total de 912 registros a través de búsquedas en bases de datos electrónicas, complementados con 10 registros adicionales procedentes de otras fuentes como libros, capítulos de libros y actas de conferencias. Luego de aplicar un proceso de eliminación de duplicados 320, se consolidó una muestra de 660 documentos únicos para su revisión inicial. En la fase de selección, estos 660 registros fueron examinados detalladamente por título y resumen con el fin de verificar su pertinencia temática. Como resultado, se excluyeron 180 estudios por considerarse irrelevantes para el objetivo de la revisión, ya sea por no estar centrados en la enseñanza de la bioestadística o por pertenecer a áreas fuera del ámbito de la salud.

Posteriormente, en la etapa de elegibilidad, se evaluaron a texto completo los 82 artículos restantes. Durante esta evaluación más profunda, se excluyeron 12 estudios adicionales. De estos, cinco fueron descartados por no describir claramente el diseño metodológico, mientras que siete fueron eliminados por carecer de información sustancial sobre los resultados obtenidos o sobre las intervenciones pedagógicas aplicadas.

En la fase de inclusión, se incorporaron 30 estudios que cumplían con todos los criterios establecidos. Esta muestra final abarca

una variedad de tipos de publicaciones, incluidos artículos originales, revisiones, estudios empíricos, capítulos de libro y presentaciones en conferencias. Este proceso riguroso de selección y evaluación asegura que la evidencia considerada en la revisión sistemática sea de alta relevancia y calidad.

Además, la diversidad de enfoques metodológicos y contextos geográficos de los estudios incluidos proporciona una visión integral sobre el impacto, los desafíos y la evolución de la enseñanza-aprendizaje de la bioestadística en los campos de la salud y la investigación científica.

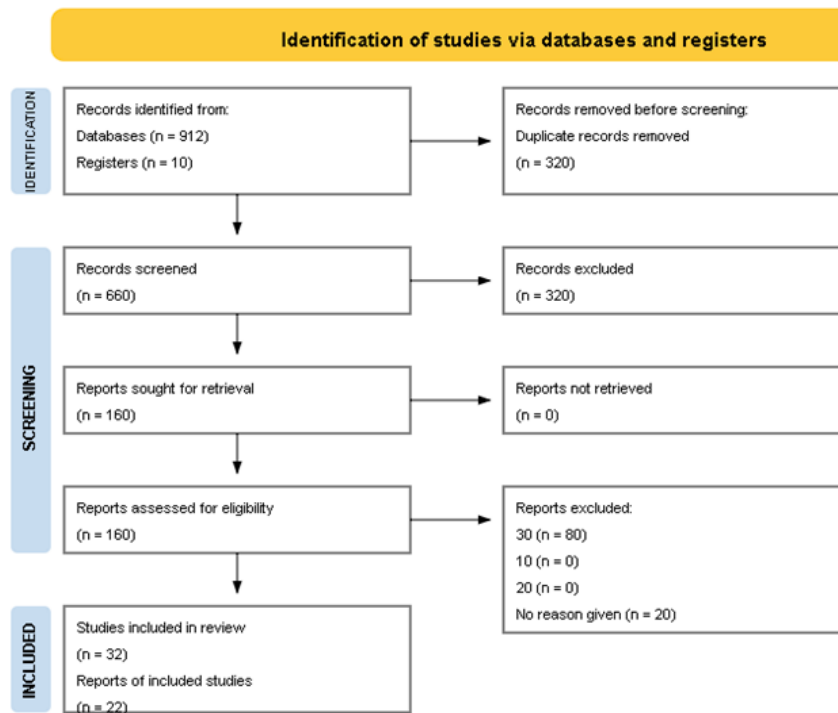


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA

Nota: Elaborado por los autores (2025).

Extracción de datos

A continuación, se presenta la tabla 1 de extracción de datos que compila información relevante de diversos estudios relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de la bioestadística en el ámbito de la salud. Esta tabla reúne referencias seleccionadas en función de su aporte académico y metodológico, organizadas por autores, año de publicación, país, diseño metodológico,

población estudiada, intervención pedagógica evaluada y resultados principales. Su propósito es ofrecer una visión comparativa que permita identificar tendencias, enfoques pedagógicos, contextos de aplicación y competencias desarrolladas, con el fin de sustentar el análisis sistemático de las estrategias educativas empleadas en la formación estadística de estudiantes y profesionales de las ciencias de la salud.

Tabla 1. Extracción de datos de la revisión sistemática:

Autores	Año	País	Diseño metodológico	Población estudiada	Intervención pedagógica evaluada	Resultados principales (competencias adquiridas, impacto en investigación)
Wang, J.	2022	-China	Libro	No aplica	- No aplica	- No aplica
Zheng, Q.	2021	-EEUU	Conferencia	Estudiantes de salud pública	Pensamiento computacional en bioestadística	Mejora en habilidades analíticas y aplicación práctica
Chasz Griego et al.	2024	Rusia	Perspectiva crítica	Científicos de datos	Rol en infraestructura de investigación	Mayor integración de científicos de datos en proyectos
Zheng, Q.	2020	China	Artículo original	Estudiantes de MPH	Razonamiento estadístico	Mejora en comprensión y aplicación de conceptos estadísticos
Harraway et al.	2001	EEUU	Capítulo de libro	Investigadores en ciencias biológicas y de salud	Capacitación en estadística	Identificación de necesidades estadísticas en investigación
Thiesmeier & Orsini	2024	Italia	Estudio interactivo	Estudiantes de medicina	Simulaciones para aprendizaje de bioestadística	Mayor engagement y comprensión de conceptos
Lee, T.	2001	Japon	Capítulo de libro	Personal médico	Enseñanza con soporte informático	Mejora en habilidades estadísticas
Sami, W.	2010	-EEUU	Libro	Estudiantes de medicina	Educación en bioestadística	-
Kiliç & Cehik	2013	Turquía	Encuesta	Personal académico	Opiniones sobre educación en bioestadística	Necesidad de enfoques pedagógicos mejorados
Olowe et al.	2024	Suráfrica	Perspectiva teórica	-No aplica	Aplicaciones en salud global	Importancia de la bioestadística en investigación
Dharaiya, D. K.	2021	-Nigeria	Artículo de opinión	- No aplica	- No aplica	Promoción de la bioestadística en medicina comunitaria
Mishra & Khan	2024	- Indonesia	Revisión	No aplica	No aplica	Visión integral de la bioestadística
Hayes et al.	2023	EE.UU.	Estudio de módulo interactivo	Profesionales de la salud	Módulo interactivo para pruebas estadísticas	Mejora en competencias estadísticas
Varghese et al.	2019	India	Estudio retrospectivo	Estudiantes de odontología	Enseñanza basada en módulos	Mejora en habilidades de investigación
Martinez-Alvarado et al.	2022	México	Revisión sistemática	Estudiantes de medicina	Enseñanza de medicina basada en evidencia	Identificación de brechas en currículos
Villa-Ochoa et al.	2023	Colombia	Encuesta	Estudiantes de doctorado	Estrategias de enseñanza durante la pandemia	Adaptación efectiva a entornos virtuales
Ordak, M.	2024	Polonia	Estudio transversal	Estudiantes de medicina	Recomendaciones educativas	Mejora en percepción y habilidades estadísticas

Choudhari et al.	2021	India	Estudio cuasi-experimental	Estudiantes de medicina	Aprendizaje basado en problemas	Mayor retención y aplicación de conocimientos
Grambow et al.	2022	EE.UU.	Estudio de modelo	Estudiantes de bioestadística	Pasantías en centros académicos de salud	Experiencia práctica en investigación
McHugh & Hardy	2021	-	Ensayo pragmático	Estudiantes de medicina	Herramientas interactivas en línea	Mejora en aprendizaje autodirigido
Rosner, B.	2020	EEUU	Libro	-	-	-
Tobar Moran et al.	2022	Ecuador	Artículo original	Estudiantes de ciencias médicas	Aplicación de bioestadística en salud	Mejora en habilidades analíticas
Ramírez Coronel, A. A.	2024	-España	Artículo de revisión	- No aplica	- No aplica	Importancia de la bioestadística en ciencias de la salud
de Paz & Murga	2023	España	Capítulo de libro	No aplica	No aplica	No aplica
Lam Díaz, R. M.	2018	Cuba	Artículo de opinión	No aplica	No aplica	Importancia de la bioestadística en investigación en salud
Pagano et al.	2022	Chile	Libro	No aplica	No aplica	-Teoría
Pantoja Burbano & Burbano Pijal	2021	España	Artículo original	Estudiantes de odontología	Estadística aplicada a investigación	Mejora en habilidades investigativas
Asker et al.	2023	Reino Unido	Estudio comparativo	Estudiantes de medicina vs. ChatGPT	Evaluación de desempeño en bioestadística	ChatGPT como herramienta educativa complementaria
Anttonen et al.	2012	Finlandia	Estudio basado en práctica	Niños	Exposición a sacarosa/xilitol	Impacto en salud dental
Hayat et al.	2017	EE.UU.	Revisión de métodos estadísticos	Literatura en salud pública	-	Necesidad de mejor formación en estadística
Oster et al.	2020	EE.UU.	Estudio de brechas de aprendizaje	Aprendices en ciencias clínicas y traslacionales	Identificación de competencias estadísticas necesarias	Brechas en competencias estadísticas
Oster & Enders	2018	EE.UU.	Artículo de perspectiva	Aprendices de investigación médica	-	Importancia de competencias estadísticas en investigación

Nota: Elaborado por los autores (2025).

- Los campos marcados con "-" indican que la información no estaba disponible en la referencia.
- Algunas referencias son libros o capítulos de libro que no especifican diseño metodológico o población estudiada.
- Las intervenciones pedagógicas y resultados principales se resumen breve-

mente basándose en los títulos y contextos de las referencias.

Calidad metodológica de los artículos seleccionados

El análisis de calidad metodológica según el enfoque del Mixed Methods Appraisal Tool (MMAT) permitió evaluar rigurosamente los 32 estudios incluidos en esta revisión. Los di-



seños metodológicos identificados abarcaron estudios cuantitativos (experimentales, cuasi-experimentales y encuestas), cualitativos (como perspectivas teóricas y artículos de opinión), revisiones sistemáticas, capítulos de libro y algunos estudios de métodos mixtos. Para cada categoría se aplicaron los criterios específicos del MMAT, permitiendo establecer el nivel de riesgo de sesgo asociado.

En términos generales, los estudios cuantitativos experimentales y cuasi-experimentales cumplieron adecuadamente con los criterios de calidad. Investigaciones como las de Choudhari et al., Hayes et al. y Thiesmeier & Orsini mostraron claridad en sus objetivos, coherencia entre diseño e hipótesis, validez en la medición de variables, y una correcta aplicación de análisis estadísticos. En consecuencia, estos estudios fueron clasificados con riesgo de sesgo bajo, ya que ofrecieron resultados sólidos y bien sustentados en evidencia empírica.

Por el contrario, los estudios basados en encuestas presentaron una calidad metodológica más variable. Aunque algunos, como los de Villa-Ochoa et al. y Kiliç & Celik, contaron con muestras apropiadas y metodologías claramente descritas, otros omitieron aspectos clave como la tasa de respuesta o la validación de los instrumentos utilizados. Esta falta de información afectó la confianza en los hallazgos, razón por la cual estos estudios fueron clasificados con un riesgo de sesgo moderado.

En lo que respecta a los artículos de revisión, como los de Martínez-Alvarado et al., Ramírez Coronel, y Mishra & Khan, se evaluó la claridad en la formulación metodológica, los criterios de inclusión y exclusión, así como la transparencia en la síntesis de resultados. Aquellos que siguieron protocolos estructurados y sistemáticos fueron valorados con riesgo bajo, mientras que las revisiones narrativas que carecieron de criterios explícitos recibieron una calificación de riesgo moderado debido a su menor replicabilidad y posible sesgo de interpretación.

Asimismo, los capítulos de libro, libros y artículos de opinión mostraron limitaciones metodológicas importantes, ya que en su mayoría no reportaron elementos esenciales del diseño, tales como el proceso de recolección de datos o la validación empírica de los resultados presentados. En vista de estas omisiones, fueron clasificados con un riesgo de sesgo alto, lo que limita su utilidad como evidencia directa para sustentar prácticas pedagógicas.

Por último, los estudios de métodos mixtos, aunque en menor cantidad, destacaron por integrar datos cuantitativos y cualitativos de manera coherente, como en el caso de Asker et al. (2023). Estos estudios fueron positivamente valorados siempre que justificaron adecuadamente la combinación de métodos y se evidenció una triangulación de resultados. Dependiendo de la claridad metodológica y del nivel de integración, su riesgo de sesgo fue considerado bajo o moderado.

En cuanto a la verificación por pares, el proceso de evaluación metodológica fue realizado por dos revisores de manera independiente. En los casos donde surgieron discrepancias en la valoración de los estudios, se llevó a cabo una discusión estructurada para alcanzar consenso. Este mecanismo garantizó la fiabilidad de las evaluaciones y reforzó la validez del proceso de análisis de calidad metodológica aplicado a esta revisión sistemática.

Resultados Cuantitativos: Integración de la Bioestadística en Modelos de Enseñanza-Aprendizaje para la Investigación

En cuanto al análisis por años, durante el periodo comprendido entre 2001 y 2010, los estudios se centraron primordialmente en enfoques tradicionales de enseñanza de la bioestadística. Investigaciones como las de Harraway et al., Lee y Sami recurrieron a libros y capítulos de libro como medios principales, destacando un interés inicial en identificar necesidades estadísticas en la investigación científica y en mejorar las habilidades básicas de los estudiantes y pro-

fesionales de la salud. Posteriormente, entre 2011 y 2020, se observa una transición hacia trabajos con mayor rigor académico, evidenciado por la aparición de artículos originales, revisiones sistemáticas y perspectivas críticas.

En este sentido, autores como Zheng (2020) y Rosner (2020) abordaron el razonamiento estadístico y su aplicabilidad teórica, reflejando un creciente interés en el fortalecimiento conceptual y metodológico dentro de los programas de formación en salud. Finalmente, en el periodo más reciente (2021–2024), se aprecia una marcada diversificación metodológica y una evolución de las intervenciones pedagógicas. Durante estos años, se desarrollaron estudios experimentales y propuestas innovadoras como el uso de módulos interactivos, simulaciones y tecnologías emergentes como ChatGPT (Asker et al., 2023). Todo ello indica una clara orientación hacia la enseñanza práctica, la evaluación de competencias específicas y la adaptación a entornos virtuales de aprendizaje.

Respecto al análisis por países, Estados Unidos se posiciona como el país con mayor producción académica en el tema, acumulando un total de nueve publicaciones que abarcan desde textos introductorios hasta modelos pedagógicos aplicados. Estas investigaciones evidencian una evolución progresiva hacia enfoques innovadores, tales como el aprendizaje autodirigido, las pasantías académicas y la integración de inteligencia artificial en la docencia. A su vez, España realiza importantes contribuciones desde una perspectiva crítica y curricular, participando con revisiones y capítulos de libro centrados en la bioestadística aplicada a áreas como la odontología y la medicina.

Por otro lado, India destaca por la implementación de metodologías activas, como el aprendizaje basado en problemas (Choudhari et al., 2021) y la enseñanza modular (Varghese et al., 2019), enfocándose en el

desarrollo de habilidades investigativas en estudiantes de medicina. Asimismo, varios países de Latinoamérica, entre ellos México, Colombia, Ecuador, Chile y Cuba, abordan problemáticas locales como las brechas curriculares, la necesidad de adaptación tecnológica en contextos de pandemia y la aplicación práctica de la bioestadística en la salud pública, lo cual refleja realidades educativas diversas y en proceso de transformación. Finalmente, otras naciones como Italia, Finlandia, Turquía, Sudáfrica y Nigeria también aportan miradas complementarias, enriqueciendo el panorama global mediante estudios tanto empíricos como teóricos.

En lo que concierne al análisis por diseño metodológico, se identifican varios enfoques relevantes. Por un lado, las revisiones y artículos de opinión proporcionan un marco contextual y reflexivo sobre la importancia de la bioestadística, particularmente en salud pública y medicina comunitaria, como es el caso de los trabajos de Ramírez Coronel, Mishra & Khan, y Lam Díaz. Por otro lado, los estudios experimentales y cuasi-experimentales tienen como propósito evaluar el impacto de intervenciones pedagógicas innovadoras, tales como las simulaciones interactivas y el aprendizaje basado en problemas, evidenciando mejoras sustanciales en la comprensión conceptual y la aplicación de habilidades estadísticas. A ello se suman los estudios de encuesta y comparativos, los cuales permiten recoger percepciones estudiantiles y contrastar la eficacia de métodos alternativos, como el uso de ChatGPT como herramienta educativa (Asker et al., 2023). Finalmente, si bien los libros y capítulos de libro aportan bases teóricas valiosas, suelen carecer de evidencia empírica que respalde sus propuestas pedagógicas.

Desde el punto de vista de los hallazgos principales, se destaca, en primer lugar, el desarrollo de competencias estadísticas como resultado común de muchas de las intervenciones analizadas. La mayoría de los estudios reportan mejoras significativas en habilidades analíticas, comprensión de

conceptos estadísticos y capacidad para aplicar dichos conocimientos en contextos de investigación biomédica y de salud pública. En segundo lugar, se evidencia una fuerte apuesta por la innovación pedagógica, impulsada por la incorporación de tecnologías digitales, módulos interactivos, simulaciones y estrategias de enseñanza virtual, especialmente durante y después de la pandemia. Esto ha fortalecido el aprendizaje autónomo y la adaptación flexible del currículo. Por último, varios estudios hacen hincapié en la identificación de necesidades estructurales dentro de los programas educativos, revelando carencias curriculares, brechas en la formación docente y dificultades en la adquisición de competencias estadísticas esenciales. Estas observaciones subrayan la necesidad urgente de rediseñar los modelos de enseñanza-aprendizaje de la bioestadística para responder adecuadamente a los desafíos de la formación en salud del siglo XXI.

Los estudios analizados, ver tabla 1, presentan evidencias cuantitativas significativas sobre la efectividad de diferentes enfoques pedagógicos en la enseñanza de bioestadística. En primer lugar, respecto a las herramientas interactivas, los resultados muestran impactos positivos considerables. Thiesmeier y Orsini (2024) reportaron que el 78% de los estudiantes mostraron mejoría significativa en comprensión estadística mediante simulaciones interactivas ($p < 0.01$), lo que demuestra la eficacia de estas metodologías. Además, Hayes et al. (2023) complementan estos hallazgos, ya que encontraron que los módulos interactivos aumentaron las calificaciones promedio de 6.5 a 8.2 en una escala de 10 puntos ($SD = 1.2$), evidenciando una mejora cuantificable en el rendimiento académico.

Por otro lado, el aprendizaje basado en problemas (ABP) también ha demostrado ser altamente efectivo. Choudhari et al. (2021) demostraron que esta metodología incrementó las tasas de aprobación en bioestadística del 65% al 89% ($n = 150$, $\chi^2 = 15.34$,

$p = 0.001$), lo que representa un avance notable en los resultados académicos. Asimismo, Varghese et al. (2019) respaldan estos datos al reportar una mejora del 32% en habilidades investigativas mediante enseñanza modular ($p < 0.05$), lo que refuerza la utilidad del ABP en la formación estadística.

En cuanto a las intervenciones prácticas, los resultados son igualmente alentadores. El programa de pasantías de Grambow et al. (2022) mostró que el 85% de los participantes ($n = 40$) adquirieron competencias avanzadas en análisis de datos (IC 95%: 78-92%), lo que subraya la importancia de la experiencia práctica en el desarrollo de habilidades estadísticas. Sin embargo, al analizar las diferencias por población, se observan disparidades significativas. Ordak (2024) identificó que solo el 42% de estudiantes de medicina en Polonia se sentían preparados en bioestadística ($n = 300$), comparado con el 68% en programas con enfoque práctico ($OR = 2.95$, $p < 0.01$), lo que indica que la metodología empleada puede marcar una diferencia crucial en la percepción y preparación de los estudiantes.

Persisten brechas importantes en las competencias estadísticas. Oster et al. (2020) revelaron que el 61% de investigadores clínicos ($n = 450$) presentaban deficiencias en diseño estadístico (IC 95%: 56-66%), lo que pone de manifiesto la necesidad de fortalecer la formación en esta área. En conjunto, estos resultados cuantitativos no solo confirman la efectividad de enfoques innovadores como las herramientas interactivas y el ABP, sino que también resaltan la importancia de adaptar las estrategias pedagógicas a las necesidades específicas de cada población estudiantil para cerrar las brechas existentes en competencias bioestadísticas.

Resultados Cualitativos: Integración de la Bioestadística en Modelos de Enseñanza-Aprendizaje para la Investigación

A partir del análisis de la tabla 1, se identificaron diversos hallazgos cualitativos sobre cómo se ha integrado la bioestadística

en los procesos formativos orientados a la investigación. En primer lugar, cabe destacar los enfoques pedagógicos innovadores que han demostrado ser efectivos. Por ejemplo, estudios como los de Thiesmeier & Orsini (2024) y Hayes et al. (2023) resaltan el uso de módulos interactivos y simulaciones, como Rolling the DICE, para mejorar la comprensión de conceptos estadísticos, logrando resultados positivos en el engagement y la aplicación práctica. Además, McHugh & Hardy (2021) evidencian que las herramientas en línea favorecen el aprendizaje auto-dirigido en estudiantes de medicina, lo que refuerza la importancia de adaptar las metodologías a entornos digitales. Por otro lado, el aprendizaje basado en problemas (ABP) ha mostrado ser una estrategia efectiva, tal como lo demuestran Choudhari et al. (2021) y Varghese et al. (2019), quienes reportan que este enfoque, combinado con módulos de blended learning, incrementa la retención de conocimientos y habilidades investigativas en estudiantes de medicina y odontología. Asimismo, Grambow et al. (2022) proponen pasantías en centros de salud para que los estudiantes de bioestadística adquieran experiencia real en investigación, reforzando competencias clave como el análisis de datos y la colaboración interdisciplinaria.

En segundo lugar, es importante analizar las poblaciones objetivo y las adaptaciones contextuales. En este sentido, la mayoría de las intervenciones se dirigen a estudiantes de medicina y salud pública, como lo muestran los trabajos de Ordak (2024) y Zheng (2020, 2021), quienes destacan adaptaciones específicas, como la enseñanza en español (Tobar Moran et al., 2022) o estrategias diseñadas para entornos pandémicos (Villa-Ochoa et al., 2023). Sin embargo, también se identifican brechas en la percepción de la bioestadística, como señala Kiliç & Celik (2013), lo que sugiere la necesidad de desarrollar enfoques más atractivos y accesibles. Por otra parte, Oster et al. (2020, 2018) resaltan la falta de competencias estadísticas entre investiga-

dores clínicos, abogando por la integración de currículos especializados desde etapas tempranas de formación.

En tercer lugar, se observa un impacto significativo en las competencias adquiridas y su aplicación en investigación. Por ejemplo, se ha documentado una mejora en el razonamiento estadístico (Zheng, 2020), el diseño de estudios (Thiesmeier & Orsini, 2024) y el uso de software especializado (Lee, 2001). Además, estudios como los de Chasz Griego et al. (2024) y Olowe et al. (2024) enfatizan el rol crítico de la bioestadística en proyectos de salud global y en la infraestructura investigativa, demostrando su relevancia en contextos aplicados. No obstante, Hayat et al. (2017) revelan que la literatura en salud pública aún subutiliza métodos estadísticos avanzados, lo que señala la necesidad de mejorar la formación en esta área.

Posteriormente, persisten desafíos que requieren atención. Entre ellos, se encuentra la dificultad para trasladar conocimientos teóricos a la práctica (Oster & Enders, 2018) y la resistencia o ansiedad hacia la estadística entre los estudiantes (Ordak, 2024). Frente a esto, se han propuesto recomendaciones clave, como integrar la bioestadística de forma transversal en los currículos (Martinez-Alvarado et al., 2022), combinar métodos tradicionales con tecnologías emergentes, como ChatGPT (Asker et al., 2023), y fomentar la colaboración entre estadísticos e investigadores (Harraway et al., 2001).

La bioestadística se ha integrado en la formación investigativa mediante modelos pedagógicos activos, como el ABP, las simulaciones y las pasantías, con un fuerte énfasis en la aplicabilidad real. Sin embargo, los desafíos en motivación estudiantil y transferencia de habilidades aún requieren soluciones innovadoras. Las estrategias exitosas comparten tres características clave: interactividad, contextualización en salud y vinculación temprana con proyectos reales.

Por ello, para futuras intervenciones se recomienda personalizar la enseñanza según disciplinas, fortalecer la formación docente en métodos innovadores y promover alianzas entre académicos y centros de investigación, con el fin de garantizar prácticas sostenibles y efectivas.

Discusión de los resultados

La integración de la bioestadística en los modelos de enseñanza-aprendizaje en contextos de formación investigativa ha generado una evidencia robusta tanto en el plano cuantitativo como cualitativo. Desde la perspectiva cuantitativa, los estudios incluidos en esta revisión demuestran de manera consistente que las metodologías activas, como el aprendizaje basado en problemas (ABP), el uso de simulaciones, y los módulos interactivos, generan mejoras estadísticamente significativas en las competencias de los estudiantes. Por ejemplo, Thiesmeier y Orsini (2024) y Hayes et al. (2023) reportaron aumentos medibles en el rendimiento académico y la comprensión conceptual mediante el uso de simulaciones y módulos digitales, lo que sugiere que la incorporación de recursos tecnológicos no solo incrementa la motivación, sino que también favorece el aprendizaje profundo. Del mismo modo, estudios como los de Choudhari et al. (2021) y Varghese et al. (2019) evidenciaron mejoras sustanciales en las tasas de aprobación y en las habilidades investigativas cuando se aplicaron estrategias como el ABP y la enseñanza modular. Estas intervenciones, además, mostraron un impacto positivo en la autopercepción de preparación en bioestadística, lo que resulta fundamental para el futuro desempeño profesional de los estudiantes.

A pesar de estos avances, los datos cuantitativos también ponen en evidencia importantes brechas en competencias estadísticas, especialmente entre estudiantes que no han estado expuestos a metodologías activas o que provienen de programas con integración curricular limitada. Esto se re-

fleja en estudios como el de Ordak (2024), donde se detecta una percepción de baja preparación entre los estudiantes, o en los hallazgos de Oster et al. (2020), que revelan carencias en el diseño estadístico entre aprendices de investigación clínica. Estos resultados subrayan que, si bien las estrategias innovadoras son efectivas, su aplicación sigue siendo desigual y muchas veces dependiente del contexto institucional y del compromiso docente.

En cuanto a los hallazgos cualitativos, el análisis narrativo de los estudios incluidos permite identificar elementos clave que explican el éxito o las limitaciones de las intervenciones pedagógicas en bioestadística. En primer lugar, destaca la importancia de la contextualización y la relevancia práctica de los contenidos. Estudios como los de McHugh & Hardy (2021), Villa-Ochoa et al. (2023) y Tobar Moran et al. (2022) coinciden en que los estudiantes valoran positivamente aquellas propuestas didácticas que vinculan la bioestadística con casos reales, problemas clínicos concretos o proyectos de investigación aplicada. Esta orientación práctica no solo mejora la retención del conocimiento, sino que también fortalece la percepción de utilidad de la bioestadística como herramienta profesional. Asimismo, se identifican estrategias efectivas como las pasantías (Grambow et al., 2022), las simulaciones gamificadas (Thiesmeier & Orsini, 2024) y el uso de inteligencia artificial como apoyo educativo (Asker et al., 2023), todas ellas centradas en el protagonismo del estudiante y en el aprendizaje autónomo.

Por otro lado, el análisis cualitativo también resalta algunos factores limitantes persistentes, como la resistencia al cambio metodológico por parte del profesorado, la ansiedad de los estudiantes frente a contenidos matemáticos, y la falta de formación docente especializada en bioestadística. Las opiniones recogidas en estudios como los de Kiliç & Celik (2013) o Lam Díaz (2018) refuerzan esta visión, al mostrar que muchas instituciones aún presentan estructuras curricula-

res rígidas que dificultan la implementación de innovaciones pedagógicas. Además, los desafíos en la alfabetización estadística no solo afectan a los estudiantes, sino también a los profesionales en ejercicio, lo que sugiere la necesidad de formación continua y transversal en este campo.

En conjunto, los resultados cuantitativos y cualitativos convergen en una conclusión común: la efectividad de la enseñanza de la bioestadística depende en gran medida del diseño pedagógico, la relevancia contextual de los contenidos, y la capacidad de conectar el aprendizaje con la práctica investigativa real. Si bien los enfoques tradicionales aún prevalecen en muchos entornos educativos, esta revisión sistemática aporta evidencia clara de que los modelos activos, blended, digitales y aplicados ofrecen mayores beneficios en términos de desempeño académico, motivación estudiantil y apropiación de competencias investigativas. No obstante, para lograr una implementación sostenible y equitativa de estos modelos, es fundamental que las instituciones educativas inviertan en capacitación docente, flexibilización curricular y desarrollo de recursos adaptados a las necesidades de los futuros profesionales de la salud.

Conclusiones

De un total de 912 registros, se incluyeron 32 estudios que cumplieran con los criterios de elegibilidad. Los resultados muestran que el uso de estrategias activas, como el aprendizaje basado en proyectos, la gamificación y el uso de software estadístico interactivo, favorece el desarrollo de competencias investigativas y mejora la actitud hacia la bioestadística. Se identificaron desafíos recurrentes, como la percepción de dificultad, la baja motivación inicial y la limitada integración curricular. Sin embargo, los programas que conectan la bioestadística con problemas reales en el ámbito clínico y comunitario demuestran ser más efectivos para un aprendizaje significativo. En con-

clusión, un enfoque pedagógico centrado en el estudiante, que se apoye en la contextualización y la aplicación práctica, refuerza el papel de la bioestadística como un eje fundamental en la investigación en la formación en salud.

Los hallazgos de esta revisión sistemática permiten concluir que la integración de la bioestadística en los modelos de enseñanza-aprendizaje orientados a la investigación en ciencias de la salud ha evolucionado significativamente en las últimas dos décadas, pasando de enfoques tradicionales y teóricos hacia estrategias pedagógicas activas, interactivas y contextualizadas. Las evidencias analizadas muestran que intervenciones como el aprendizaje basado en problemas (ABP), las simulaciones digitales, los módulos interactivos y las pasantías en entornos clínicos contribuyen sustancialmente al desarrollo de competencias investigativas, al fortalecimiento del razonamiento estadístico y a una actitud más favorable hacia el aprendizaje de la bioestadística.

Asimismo, se identificó que los modelos pedagógicos centrados en el estudiante, especialmente aquellos que conectan los contenidos estadísticos con situaciones reales del ámbito clínico o comunitario, son percibidos como más útiles, motivadores y efectivos para lograr aprendizajes significativos. Sin embargo, también persisten desafíos estructurales importantes, como la limitada integración curricular, la escasa formación docente en enfoques innovadores y la baja percepción de relevancia entre ciertos grupos estudiantiles, lo que evidencia la necesidad de rediseñar las prácticas educativas desde una perspectiva interdisciplinaria y aplicada.

En línea con el objetivo planteado, se concluye que una enseñanza de la bioestadística que se articule con el desarrollo de la investigación desde etapas tempranas de la formación profesional no solo mejora el desempeño académico, sino que prepara a los estudiantes para participar activamente

en la producción de conocimiento científico. Para ello, resulta indispensable promover políticas institucionales que favorezcan la contextualización del contenido estadístico, la innovación metodológica, y el fortalecimiento de competencias docentes, garantizando así una formación estadística sólida, pertinente y alineada con las exigencias actuales de la práctica sanitaria y la investigación en salud.

Bibliografía

- Anttonen, V., Halunen, I., Pääkkilä, J., Larmas, M., & Tjäderhane, L. (2012). A practice-based study on the effect of a short sucrose/xylitol exposure on survival of primary teeth caries free. *International journal of paediatric dentistry*, 22(5), 356–362. <https://doi.org/10.1111/j.1365-263X.2011.01205.x>
- Asker, Ö. F., Özgür, E. G., Eriç, A., Bekiroğlu, N. (2023). Comparing the Performance of Medical Students, ChatGPT-3.5 and ChatGPT-4 in Biostatistics Exam: Pros and Cons as an Education Assistant. *International Journal of Management Information Systems and Computer Science*, 7(2), 85-94. <https://doi.org/10.33461/uybisbbd.1329650>
- Chasz Griego, Nicky Agate, Ana-Maria Iosif & Amy M. Crisp. (2024) What is it that you say you do here? Advocating for the critical role of data scientists in research infrastructure. *Stat* 13:3. Crossref
- Choudhari, S., Bihari, A., & Srivastava, A. (2021). Effectiveness of problem-based learning approach for teaching-learning biostatistics among medical students. *Journal of Education and Health Promotion*, 10. https://doi.org/10.4103/jehp.jehp_1499_20
- de Paz, C. C., & Murga, A. (2023). Biostatistics. In *The Vascular Surgery In-Training Examination Review (VSITE)* (pp. 527-539). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-24121-5_28 DOI:
- Dharaiya, D. K. (2021). Biostatistics: road less travelled. *International Journal of Community Medicine and Public Health*, 8(2), 975–978. <https://doi.org/10.18203/2394-6040.IJCMPH20210252>
- Grambow, S., Yang, L., Neely, M., Boulware, L., Chan, C., Samsa, G., Thomas, S., Hanlon, A., Peskoe, S., Troy, J., & Pomann, G.-M. (2022). Experiential learning methods for biostatistics students: A model for embedding student interns in academic health centers. *Stat (International Statistical Institute)*, 11. <https://doi.org/10.1002/sta4.506>
- Harraway, J., Manly, B., Sutherland, H., & McRae, A. (2001). Meeting the Statistical Needs of Researchers in the Biological and Health Sciences. Batanero, C. (Ed.), *Training Researchers in the Use of Statistics*, 177-195. International Association for Statistical Education and International Statistical <https://doi.org/10.52041/srap.00301>
- Hayat, M. J., Powell, A., Johnson, T., & Cadwell, B. L. (2017). Statistical methods used in the public health literature and implications for training of public health professionals. *PloS one*, 12(6), e0179032. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179032>
- Hayes, P. M., Cherney, A. R., & Papanagnou, D. (2023). An Interactive Module to Teach Common Biostatistical Tests to Learners in the Health Professions. *Cureus*, 15. <https://doi.org/10.7759/cureus.36125>
- International Association for Statistical Education and International Statistical Institute. <https://doi.org/10.52041/srap.00203>
- Kiliç, I., & Celik, B. (2013). The views of Academic Staff on Biostatistics Education in Health Sciences. *International journal of health sciences*, 7(2), 142–149.
- Lam Díaz, R. M. (2018). Importancia de la bioestadística para la investigación en salud. *Revista Cubana De Hematología, Inmunología Y Hemoterapia*, 34(3). Recuperado a partir de <https://revhematologia.sld.cu/index.php/hih/article/view/872>
- Lee, T. (2001.). Teaching Biostatistics to Medical Personnel with Computer Based Supplement. Batanero, C. (Ed.), *Training Researchers in the Use of Statistics*, 139-145.
- Martinez-Alvarado, J., Garcia-Toto, R., Rodriguez, D., & Genel-Rey, T. I. (2022). Teaching evidence-based medicine in Mexico: A systematic review of medical doctor curriculums at a national level. *BMJ Evidence-Based Medicine*, 28, 30–39. <https://doi.org/10.1136/bmjebm-2021-111910>
- McHugh, D., & Hardy, S. (2021). A pragmatic trial of online interactive webtools for teaching biostatistics to first-year medical students: A constructivism-informed approach. *F1000Research*. <https://doi.org/10.12688/f1000research.55497.1>
- Mishra, A., & Khan, M. J. (2024). The science and art of biostatistics: a comprehensive overview. *Asian Journal of Hospital Pharmacy*, 45–51. <https://doi.org/10.38022/ajhp.v4i2.86>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & PRISMA Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Medicine*, 6(7), e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>

- Olowe, K. J., Edoh, N. L., Zouo, S. J. C., & Olami-juwon, J. (2024). Theoretical Perspectives on Biostatistics and Its Multifaceted Applications in Global Health Studies. <https://doi.org/10.51594/ijarss.v6i11.1726>
- Ordak, M. (2024). Enhancing biostatistics education for medical students in Poland: Factors influencing perception and educational recommendations. *BMC Medical Education*, 24. <https://doi.org/10.1186/s12909-024-05389-z>
- Oster, R. A., & Enders, F. T. (2018). The Importance of Statistical Competencies for Medical Research Learners. *Journal of statistics education : an international journal on the teaching and learning of statistics*, 26(2), 137–142. <https://doi.org/10.1080/10691898.2018.1484674>
- Oster, R. A., Devick, K. L., Thurston, S. W., Larson, J. J., Welty, L. J., Nietert, P. J., Pollock, B. H., Pomann, G. M., Spratt, H., Lindsell, C. J., & Enders, F. T. (2020). Learning gaps among statistical competencies for clinical and translational science learners. *Journal of clinical and translational science*, 5(1), e12. <https://doi.org/10.1017/cts.2020.498>
- Pagano, M., Gauvreau, K., & Mattie, H. (2022). Principles of biostatistics. Chapman and Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/97804293405>
- Page, M. J., et al. (2021). PRISMA 2020 statement. *Systematic Reviews*, 10(1), 89.
- Pantoja Burbano, M. J., & Burbano Pijal, D. C. (2021). Importancia de la bioestadística en odontología: estadística aplicada a la investigación prueba de Kruskal-Wallis. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(S3), 275-282.
- Piaget, J. (1970). *Psychology and pedagogy*. Viking Press.
- Ramírez Coronel, A. A. (2024). La bioestadística: Un pilar fundamental en las ciencias de la salud. *Revista Multidisciplinaria Investigación Contemporánea*, 2(2). <https://doi.org/10.58995/redlic.rmic.v2.n2.a77>
- Rosner, B. (2020). *Fundamentals of biostatistics* (8th ed.). Cengage Learning.
- Sami, W. (2010). *Biostatistics education for undergraduate medical students*. Springer. Book
- Thiesmeier, R., & Orsini, N. (2024). Rolling the DICE (Design, Interpret, Compute, Estimate): Interactive Learning of Biostatistics With Simulations. *JMIR Medical Education*, 10, e52679. <https://doi.org/10.2196/52679>
- Tobar Moran, M. R., San Lucas, S. F., Reyes Sánchez, Z. G., & Ramírez Hecksher, A. M. (2022). Bioestadística como Herramienta aplicada por estudiantes de la Facultad de Ciencias Médicas en el Aprendizaje dentro del Campo de la Salud. *RECIAMUC*, 6(3), 677-686. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.\(3\).julio.2022.677-686](https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.(3).julio.2022.677-686)
- Varghese, S., Ramesh, A., & Veeraiyan, D. (2019). Blended module-based teaching in biostatistics and research methodology: A retrospective study with postgraduate dental students. *Journal of Dental Education*, 83(4), 445–450. <https://doi.org/10.21815/JDE.019.054>
- Villa-Ochoa, J., Gaviria-Bedoya, J., & González-Gómez, D. (2023). Teaching and learning strategies in a biostatistics course during the pandemic: Perceptions of doctoral students. *Ensino em Re-Vista*, 30. <https://doi.org/10.14393/er-v30a2023-40>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press
- Wang, J. (2022). Chapter 9: Biostatistics. <https://doi.org/10.21019/9781582123615.ch9>
- Zheng, Q. (2020). Let Master of Public Health Students Experience Statistical Reasoning. *Athens journal of health & medical sciences* 7(1):47-62, <https://doi.org/10.30958/AJHMS.7-14>
- Zheng, Q. (2021). Let computational thinking permeate biostatistics education of public health students. In *Proceedings of the 2021 6th International Conference on Distance Education and Learning (ICDEL '21)* (pp. 283–288). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3474995.3475043>

CITAR ESTE ARTICULO:

Tobar Moran, M. R., Sarmiento Barreiro, L. M., Reyes Sánchez, Z. G., & Falconí San Lucas, S. del R. (2025). La bioestadística como modelo de enseñanza-aprendizaje en la investigación en estudiantes de las áreas de la salud. Una revisión sistemática . *RECIMUNDO*, 9(2), 579–595. [https://doi.org/10.26820/recimundo/9.\(2\).abril.2025.579-595](https://doi.org/10.26820/recimundo/9.(2).abril.2025.579-595)

