

ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS PARA LA ENSEÑANZA DE LA BIOESTADÍSTICA EN CONTEXTOS EDUCATIVOS

DIDACTIC STRATEGIES FOR TEACHING BIOSTATISTICS IN EDUCATIONAL CONTEXTS

Arianna Lilibeth Cantos Victores^{1*}

¹ Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-5579-7552>. Correo: arianna.cantos@unesum.edu.ec

Lisbeth Madelayne Santos Mera²

² Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6593-0856>. Correo: lisbeth.santos@unesum.edu.ec

Stalin Ricardo León Rodríguez³

³ Unidad Educativa Eloy Alfaro, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5281-7303>. Correo: stalin.leon@unesum.edu.ec

Rudy Gissella Tagle González⁴

⁴ Unidad Educativa Eloy Alfaro, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6721-8845>. Correo: rudy.tagle@unesum.edu.ec

* Autor para correspondencia: arianna.cantos@unesum.edu.ec

Resumen

La bioestadística constituye una competencia esencial para interpretar evidencia científica, analizar datos y sustentar decisiones en las ciencias de la salud; sin embargo, su enseñanza suele asociarse con dificultades conceptuales, ansiedad y escasa transferencia a situaciones reales. El objetivo de este estudio fue analizar la literatura científica sobre las principales estrategias didácticas empleadas para la enseñanza de la bioestadística en contextos educativos, identificando sus aportes al aprendizaje, al razonamiento estadístico y a la aplicación de conocimientos. Se desarrolló una revisión bibliográfica narrativa y analítica de estudios y documentos académicos publicados principalmente entre 2020 y 2026. Los hallazgos muestran que el aprendizaje basado en problemas y casos, el aula invertida, el trabajo colaborativo, el uso de datos auténticos, la simulación computacional y la integración de software estadístico favorecen la comprensión y la

participación cuando se articulan con objetivos pedagógicos claros. La evidencia reciente también destaca el valor de combinar análisis de artículos científicos, actividades prácticas y evaluación formativa. Se concluye que la enseñanza efectiva de la bioestadística requiere desplazar el énfasis desde la memorización de fórmulas hacia la interpretación, el razonamiento, la resolución de problemas y el uso crítico de datos en contextos significativos.

Palabras clave: bioestadística; estrategias didácticas; aprendizaje activo; razonamiento estadístico; educación.

Abstract

Biostatistics is an essential competence for interpreting scientific evidence, analyzing data, and supporting decision-making in health sciences; however, its teaching is frequently associated with conceptual difficulties, anxiety, and limited transfer to real situations. The aim of this study was to analyze scientific literature on the main didactic strategies used to teach biostatistics in educational contexts, identifying their contributions to learning, statistical reasoning, and knowledge application. A narrative and analytical literature review was conducted using academic studies and documents published mainly between 2020 and 2026. Findings indicate that problem- and case-based learning, flipped classrooms, collaborative work, authentic data, computer simulation, and statistical software can enhance understanding and participation when aligned with clear pedagogical objectives. Recent evidence also highlights the value of combining scientific article analysis, practical activities, and formative assessment. It is concluded that effective biostatistics education requires shifting emphasis from formula memorization toward interpretation, reasoning, problem solving, and the critical use of data in meaningful contexts.

Keywords: biostatistics; didactic strategies; active learning; statistical reasoning; education

Fecha de recibido: 22/06/2026

Fecha de aceptado: 26/08/2026

Fecha de publicado: 05/09/2026

Introducción

La expansión de la investigación científica, la medicina basada en evidencia y el uso cotidiano de datos ha incrementado la necesidad de que los profesionales y estudiantes comprendan información cuantitativa. En las ciencias de la salud, la bioestadística permite describir fenómenos, estimar parámetros, contrastar hipótesis, interpretar asociaciones y valorar la incertidumbre. Su aprendizaje no debería limitarse a ejecutar procedimientos matemáticos, ya que la competencia estadística implica formular preguntas, seleccionar métodos, interpretar resultados y comunicar conclusiones dentro de un contexto disciplinar.

A pesar de su importancia, la bioestadística suele ser percibida como una asignatura difícil. Li et al. (2024) señalan que estudiantes de medicina pueden experimentar temor o ansiedad ante la estadística y que las actitudes iniciales se relacionan con la disposición para aprender y con el rendimiento posterior. Estas dificultades se asocian con antecedentes matemáticos heterogéneos, poca experiencia investigativa y modelos de enseñanza centrados en procedimientos descontextualizados.

La literatura reciente cuestiona la suficiencia de la clase expositiva como estrategia predominante. Ordak (2024), en un estudio con 527 estudiantes de siete facultades de medicina de Polonia, encontró una valoración más favorable de una enseñanza práctica basada en lectura de artículos y aplicación guiada de pruebas estadísticas. Los participantes asociaron este enfoque con menor estrés, mayor satisfacción y una percepción más alta de conocimientos útiles.

Esta orientación coincide con las recomendaciones generales de la educación estadística. La American Statistical Association (2016) plantea que los cursos introductorios deben priorizar el pensamiento estadístico, la comprensión conceptual, el uso de datos reales, el aprendizaje activo y la tecnología. Aunque estas orientaciones no fueron diseñadas exclusivamente para bioestadística, ofrecen un marco pertinente para transformar la enseñanza desde una lógica centrada en fórmulas hacia procesos de investigación y toma de decisiones.

En los contextos de salud, esta transformación adquiere un valor adicional porque el estudiante debe aprender a relacionar resultados estadísticos con preguntas clínicas, epidemiológicas o de investigación. La alfabetización bioestadística implica comprender qué representa una estimación, qué información aporta un intervalo de confianza, cómo interpretar un valor p , qué supuestos acompañan a una prueba y cuáles son los límites de una conclusión. Por ello, el dominio operativo del software no puede considerarse equivalente a la comprensión del método.

Las estrategias activas han mostrado resultados prometedores. Bihari et al. (2021) compararon aprendizaje basado en problemas con enseñanza didáctica en estudiantes de medicina y observaron mejores resultados en el grupo que trabajó mediante problemas. Chang et al. (2022), mediante un ensayo por conglomerados con estudiantes de medicina preventiva, encontraron que un modelo de seminario y casos mejoró el desempeño en preguntas de aplicación y análisis, así como la satisfacción con el curso.

La evidencia acumulada ha comenzado a sintetizar estos resultados. Quinapanta Castro et al. (2026a) realizaron una revisión sistemática y metaanálisis de 17 estudios con 3702 estudiantes de medicina. Las metodologías activas mostraron una mejora significativa del rendimiento académico frente a la enseñanza tradicional, además de efectos positivos en satisfacción y conocimiento percibido, aunque los autores advirtieron una heterogeneidad elevada y riesgo de sesgo en varios estudios.

En este contexto, el objetivo del presente artículo es analizar la literatura científica sobre las estrategias didácticas para la enseñanza de la bioestadística en contextos educativos, identificando sus aportes, limitaciones y condiciones de implementación, con especial atención al aprendizaje activo, los casos y problemas, la simulación, el uso de software, la lectura crítica de artículos científicos y la evaluación orientada al razonamiento estadístico.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló mediante una revisión bibliográfica de tipo narrativa y analítica. Este enfoque permitió integrar estudios de intervención, revisiones sistemáticas, investigaciones descriptivas y documentos de orientación pedagógica relacionados con la enseñanza de bioestadística, estadística médica y alfabetización estadística. No se recolectaron datos primarios ni se realizó un metaanálisis propio.

La revisión se orientó mediante la siguiente pregunta de investigación: ¿qué estrategias didácticas reporta la literatura científica como pertinentes para favorecer la enseñanza y el aprendizaje de la bioestadística en contextos educativos y qué condiciones explican su efectividad?

Estrategia de búsqueda

La búsqueda y verificación de fuentes se realizó mediante PubMed, PubMed Central, BMC Medical Education, Journal of Statistics and Data Science Education, Statistics Education Research Journal, JMIR Medical Education y páginas institucionales de la American Statistical Association. Se utilizaron combinaciones en español e inglés de los términos bioestadística, enseñanza, estrategias didácticas, aprendizaje activo, aprendizaje basado en problemas, casos, aula invertida, simulación, software estadístico, statistical literacy, biostatistics education, medical statistics, active learning, problem-based learning, case-based learning y flipped classroom.

Se priorizaron publicaciones entre 2020 y 2026 por su actualidad y relación con los cambios recientes en educación superior y tecnologías educativas. De forma complementaria, se incorporaron trabajos anteriores cuando representaban antecedentes pedagógicos relevantes, como el modelo de aula invertida en bioestadística y las recomendaciones GAISE para la enseñanza de estadística.

Criterios de selección

Se incluyeron artículos revisados por pares, revisiones sistemáticas, metaanálisis, estudios experimentales o cuasiexperimentales y documentos académicos que abordaran de manera explícita la enseñanza de bioestadística, estadística médica, estadística aplicada a salud o alfabetización estadística. Se priorizaron investigaciones con resultados sobre aprendizaje, satisfacción, ansiedad, comprensión, desempeño o aplicación práctica. Se excluyeron documentos puramente clínicos, estudios estadísticos sin componente educativo y publicaciones sin respaldo académico verificable.

Proceso de análisis de la información

Las fuentes fueron organizadas según autor, año, población, estrategia didáctica, recursos utilizados y principales hallazgos. Posteriormente se realizó una síntesis temática en seis ejes: (1) dificultades y principios para enseñar bioestadística; (2) aprendizaje basado en problemas y casos; (3) aula invertida, aprendizaje colaborativo y participación; (4) simulación y software estadístico; (5) lectura crítica, datos reales y alfabetización bioestadística; y (6) evaluación, formación docente y diseño curricular.

Resultados y discusión

Dificultades y principios para enseñar bioestadística

La evidencia revisada coincide en que una dificultad central radica en la desconexión entre conceptos estadísticos y problemas auténticos. Cuando el curso se organiza principalmente alrededor de fórmulas, nomenclatura y secuencias mecánicas de cálculo, el estudiante puede aprobar procedimientos sin desarrollar criterios para decidir qué análisis utilizar o cómo interpretar sus resultados. Esta brecha entre ejecución e interpretación limita la transferencia hacia la investigación y la práctica profesional.

Las actitudes del estudiante constituyen otro componente relevante. Li et al. (2024) destacan que la percepción de dificultad y la ansiedad frente a la estadística deben considerarse dentro del diseño del curso. Babaahmadi et al. (2021), en estudiantes de posgrado de enfermería, observaron que el aprendizaje entre pares podía contribuir a disminuir la ansiedad estadística y ante los exámenes, al mismo tiempo que favorecía el aprendizaje. Estos hallazgos sugieren que la dimensión afectiva no es secundaria, sino parte de las condiciones que facilitan o restringen el aprendizaje.

Un principio transversal derivado de la literatura consiste en contextualizar la enseñanza. Ordak (2024) encontró que más del 95 % de los estudiantes consultados consideraba que las actividades debían relacionarse con el campo de estudio. Esta preferencia coincide con GAISE, que recomienda trabajar con datos reales, preguntas con propósito y actividades que hagan visible el proceso de investigación estadística. En bioestadística, el contexto puede provenir de artículos, bases de datos de salud, estudios epidemiológicos o problemas de investigación cercanos a la formación profesional.

Aprendizaje basado en problemas y casos

El aprendizaje basado en problemas constituye una de las estrategias con evidencia directa en bioestadística. Bihari et al. (2021) distribuyeron a 96 estudiantes de medicina entre enseñanza didáctica y aprendizaje basado en problemas. El grupo de aprendizaje activo obtuvo puntuaciones superiores en diferentes componentes de la evaluación y los autores destacaron su potencial para promover análisis, pensamiento crítico y aprendizaje autodirigido.

El aprendizaje basado en casos comparte esta lógica, pero centra la actividad en situaciones contextualizadas que exigen interpretar información y justificar decisiones. Chang et al. (2022) evaluaron un modelo de seminario-caso en estudiantes de medicina preventiva. Aunque no se observaron diferencias en preguntas de definición, el grupo de intervención obtuvo mejores resultados en selección, cálculo, análisis de casos y puntaje total, además de una mayor satisfacción. Este patrón sugiere que las estrategias activas aportan especialmente cuando la evaluación demanda aplicación y no mera reproducción.

Davidson y Russell (2025) desarrollaron casos para la enseñanza de colaboración estadística en programas de posgrado, incorporando situaciones realistas, comunicación, ética y toma de decisiones. Aunque su contexto es especializado, el enfoque muestra que los casos pueden enseñar no solo qué prueba seleccionar, sino cómo dialogar con problemas reales, reconocer limitaciones y comunicar conclusiones responsables.

Aula invertida, aprendizaje colaborativo y participación

El aula invertida redistribuye el tiempo de aprendizaje: la exposición inicial de contenidos ocurre antes de la sesión y el encuentro presencial o sincrónico se dedica a resolver, discutir y aplicar. McLaughlin y Kang

(2017) describieron un curso corto de bioestadística altamente interactivo con este modelo y reportaron participación, utilidad percibida y ganancias de aprendizaje. La estrategia permitió contextualizar conceptos en salud y utilizar el tiempo de clase para actividades de mayor demanda cognitiva.

Una propuesta semejante aparece en cursos orientados a alfabetización bioestadística, donde el énfasis se coloca en leer e interpretar resultados publicados más que en reproducir cálculos. Este enfoque es especialmente relevante para estudiantes que necesitarán consumir evidencia científica de manera frecuente. El aula invertida facilita que el tiempo con acompañamiento docente se utilice para interpretar tablas, discutir errores y justificar conclusiones.

El aprendizaje colaborativo también puede reducir la pasividad característica de cursos masivos. Lancellotti et al. (2020) evaluaron Team-Based Learning en cursos de estadística para estudiantes de medicina y reportaron resultados favorables respecto a la modalidad tradicional. Sin embargo, Daou et al. (2022), al comparar Team-Based Learning y discusiones grupales para enseñar lectura crítica, encontraron desempeños similares. Esta diferencia recuerda que ninguna metodología activa garantiza por sí sola mejores resultados: importan la calidad de las tareas, la retroalimentación y la coherencia entre objetivos y evaluación.

Simulación y software estadístico como recursos didácticos

La simulación computacional ofrece una vía para hacer visibles conceptos abstractos como variabilidad muestral, error, distribución y comportamiento de estimadores. Thiesmeier y Orsini (2024) propusieron el enfoque DICE —diseñar, interpretar, calcular y estimar— para que los estudiantes planifiquen, generen, analicen e interpreten una investigación simulada. La propuesta prioriza la comprensión del mecanismo generador de datos y la relación entre decisiones metodológicas y resultados.

Orsini et al. (2024) aplicaron una actividad basada en simulación para enseñar efectos de interacción en cursos de posgrado de bioestadística y reportaron una experiencia bien valorada por los participantes. Los autores proporcionaron recursos reproducibles en Stata, R y Python, lo que muestra una ventaja de la simulación: permite experimentar con escenarios que serían difíciles de observar directamente y comparar cómo cambian los resultados al modificar supuestos o parámetros.

El software estadístico adquiere mayor valor cuando se integra como herramienta para explorar y argumentar, no como secuencia de comandos. Quinapanta Castro et al. (2026b) evaluaron una intervención que combinó algoritmos de decisión, análisis crítico de artículos y simulación práctica en SPSS. El grupo de intervención alcanzó mejores puntuaciones que el grupo de clase tradicional y mostró mayor percepción de dominio y satisfacción. La evidencia respalda un uso del software articulado con razonamiento y lectura de evidencia.

La enseñanza tecnológica, por tanto, debería evitar dos extremos: prescindir del software y convertir el curso en cálculo manual, o reducir el aprendizaje a seguir instrucciones dentro de un programa. El objetivo formativo es que el estudiante comprenda qué pregunta responde cada procedimiento, qué supuestos requiere, cómo verificar resultados y cómo interpretar la salida en términos del problema estudiado.

Lectura crítica, datos reales y alfabetización bioestadística

Una tendencia consistente consiste en integrar la lectura de literatura científica al curso. La enseñanza mediante artículos permite mostrar cómo se presentan datos, métodos y resultados en investigaciones reales.

Ordak (2024) encontró que los estudiantes valoraban favorablemente esta aproximación, mientras que los modelos de alfabetización estadística en profesiones de la salud han demostrado que la interpretación de evidencia puede organizarse progresivamente desde preguntas de investigación hasta aplicación de resultados.

El trabajo con datos reales cumple una función semejante. Los conjuntos de datos auténticos contienen variabilidad, valores perdidos, decisiones de codificación y relaciones imperfectas que rara vez aparecen en ejercicios fabricados. Enfrentar estas características ayuda a comprender que la estadística no es una colección de recetas, sino un proceso de investigación donde la calidad de los datos y las decisiones analíticas condicionan las conclusiones.

La alfabetización bioestadística debe incluir comunicación. Un estudiante puede calcular correctamente una medida y, aun así, interpretar de forma inadecuada su significado. Por ello, actividades de explicación oral, escritura de conclusiones, interpretación de tablas y discusión de afirmaciones periodísticas o científicas pueden complementar el trabajo numérico. La meta es que los estudiantes sean capaces de argumentar con datos y reconocer el grado de incertidumbre de sus conclusiones.

Evaluación, formación docente y diseño curricular

La evaluación constituye un elemento decisivo porque comunica qué tipo de aprendizaje se considera importante. Si los exámenes privilegian fórmulas memorizadas, los estudiantes orientarán su estudio hacia procedimientos. En cambio, cuando se incluyen problemas contextualizados, interpretación de salidas de software, análisis de artículos, selección justificada de métodos y comunicación de conclusiones, la evaluación puede reforzar el razonamiento estadístico.

La revisión de Quinapanta Castro et al. (2026a) muestra que las metodologías activas mejoran, en promedio, el rendimiento, pero también revela heterogeneidad elevada entre intervenciones. Esto indica que la etiqueta metodológica es insuficiente para explicar el éxito. Una clase denominada aula invertida o aprendizaje basado en problemas puede mantener prácticas superficiales si las tareas no exigen pensamiento, si la retroalimentación es limitada o si la evaluación continúa centrada en memorización.

La formación docente debe integrar conocimiento estadístico y conocimiento pedagógico. Enseñar bioestadística requiere anticipar errores conceptuales, seleccionar contextos adecuados, diseñar representaciones comprensibles, utilizar tecnología con propósito y acompañar a estudiantes con diferentes antecedentes matemáticos. Asimismo, el docente debe distinguir entre dificultad matemática y dificultad de interpretación para ofrecer apoyos pertinentes.

La evidencia disponible se concentra principalmente en educación médica y ciencias de la salud, lo que representa una limitación para generalizar a otros contextos. También predominan estudios de corta duración, muestras institucionales y medidas inmediatas de rendimiento o satisfacción. Son necesarios estudios longitudinales que analicen si las estrategias didácticas producen mejoras sostenidas en alfabetización estadística, lectura crítica y capacidad de utilizar evidencia en decisiones profesionales.

Secuenciación didáctica y progresión del razonamiento estadístico

La organización de los contenidos también influye en la comprensión. Una secuencia basada exclusivamente en capítulos de técnicas puede fragmentar el conocimiento y dificultar que el estudiante reconozca la relación

entre pregunta, diseño, variable y procedimiento. Una alternativa consiste en estructurar el curso alrededor del ciclo de investigación: formular una pregunta, identificar el tipo de datos, explorar la información, seleccionar un método, comprobar supuestos, interpretar resultados y comunicar conclusiones. Esta secuencia permite que los conceptos aparezcan como respuestas a decisiones reales y no como contenidos aislados.

El desarrollo del razonamiento estadístico requiere progresión. En etapas iniciales conviene priorizar variabilidad, distribución, comparación, asociación e incertidumbre antes de introducir procedimientos complejos. Las simulaciones pueden apoyar esta transición porque permiten observar repetidamente cómo cambia una estadística entre muestras. A medida que aumenta la complejidad, el estudiante puede pasar de interpretar gráficos y medidas descriptivas a valorar intervalos, pruebas, modelos de regresión y análisis multivariados.

Woltenberg (2021) presentó un modelo curricular para profesiones de la salud orientado a cultivar alfabetización estadística mediante una secuencia de cursos conectados con lectura de literatura, métodos básicos y desarrollo de un proyecto. El modelo refuerza la idea de que la competencia no se consolida en una única unidad temática, sino mediante oportunidades reiteradas para recuperar, aplicar y comunicar conocimientos estadísticos a lo largo de la formación.

Retroalimentación y evaluación formativa

La evaluación formativa permite identificar concepciones erróneas antes de que se conviertan en procedimientos automatizados. Preguntas breves de interpretación, predicciones antes de ejecutar un análisis, comparación de respuestas y discusión de errores pueden utilizarse durante la clase para obtener evidencia del pensamiento del estudiante. En este sentido, la retroalimentación debe explicar por qué una respuesta es adecuada o inadecuada y qué relación existe entre la decisión estadística y el problema de investigación.

Los errores pueden convertirse en recursos didácticos. Por ejemplo, presentar una interpretación incorrecta de un valor p , una gráfica engañosa o una prueba aplicada sin cumplir sus supuestos permite que el estudiante detecte, argumente y corrija. Este tipo de actividades desplaza la evaluación desde la respuesta final hacia la calidad del razonamiento. Además, facilita desarrollar una postura crítica frente a resultados generados automáticamente por software o herramientas de inteligencia artificial.

Modalidades híbridas y recursos digitales

La enseñanza híbrida ofrece oportunidades para combinar exposición breve, práctica guiada y trabajo autónomo. Los contenidos procedimentales o introductorios pueden presentarse mediante videos, lecturas interactivas o demostraciones previas, mientras el tiempo de encuentro se reserva para resolver problemas y discutir resultados. Ouyang et al. (2025) encontraron que una proporción importante de estudiantes de medicina estaba dispuesta a aceptar modalidades combinadas y valoraba el aprendizaje basado en casos, lo que evidencia una demanda por experiencias menos centradas en la conferencia tradicional.

Los recursos digitales también permiten diversificar representaciones. Visualizaciones dinámicas, applets, notebooks reproducibles y entornos de programación pueden mostrar de manera simultánea datos, gráficos y resultados. Sin embargo, su uso pedagógico exige evitar sobrecarga cognitiva. La interfaz, el lenguaje y el nivel de programación deben ajustarse al objetivo del curso; si el aprendizaje central es interpretar una distribución o un modelo, la complejidad técnica del software no debería convertirse en una barrera adicional.

Implicaciones para el diseño de cursos de bioestadística

A partir de la evidencia revisada, un curso de bioestadística puede organizarse mediante unidades integradoras. Cada unidad podría iniciar con un problema auténtico, continuar con exploración de datos, explicación conceptual, práctica con software y análisis de un fragmento de literatura científica, y finalizar con una tarea de comunicación. Esta estructura combina elementos de aprendizaje basado en problemas, casos, aula invertida, simulación y alfabetización estadística sin depender de una única metodología.

El diseño también debe contemplar apoyos diferenciados. Los estudiantes llegan con experiencias matemáticas y tecnológicas desiguales, por lo que resulta útil ofrecer recursos de nivelación, ejercicios opcionales, tutorías o materiales de consulta. La diferenciación no implica reducir expectativas, sino proporcionar rutas diversas para alcanzar los mismos resultados de aprendizaje. La ansiedad puede disminuir cuando las tareas avanzan de manera gradual y el error se entiende como parte del proceso de razonamiento.

Finalmente, el currículo debe conectar la bioestadística con asignaturas posteriores. La lectura de artículos, la elaboración de proyectos, los trabajos de titulación y las actividades de investigación constituyen oportunidades para recuperar lo aprendido. Cuando la bioestadística queda confinada a un semestre sin uso posterior, el conocimiento se debilita y aumenta la percepción de irrelevancia. Una integración vertical favorece que los estudiantes comprendan la estadística como lenguaje de la evidencia y no como requisito aislado del plan de estudios.

Desafíos para la investigación educativa en bioestadística

La literatura analizada permite identificar un problema metodológico recurrente: una parte importante de las investigaciones educativas utiliza muestras pequeñas, grupos de una sola institución o comparaciones sin seguimiento a largo plazo. Aunque estos estudios son útiles para explorar innovaciones, sus resultados deben interpretarse con cautela. La heterogeneidad observada en el metaanálisis de Quinapanta Castro et al. (2026a) muestra que las intervenciones difieren en duración, contenidos, instrumentos de evaluación y características de los estudiantes, lo que dificulta establecer una estrategia universalmente superior.

También existe diversidad en los resultados que se consideran evidencia de éxito. Algunos trabajos evalúan calificaciones, otros satisfacción, ansiedad, conocimiento percibido o capacidad para resolver casos. Estas variables no son equivalentes. Una estrategia puede aumentar la satisfacción sin producir un cambio grande en el rendimiento, o mejorar una prueba inmediata sin garantizar transferencia hacia la investigación. Por esta razón, los futuros estudios deberían combinar medidas de desempeño, razonamiento, actitudes y aplicación en tareas auténticas.

Otro desafío consiste en estudiar la permanencia del aprendizaje. La bioestadística se utiliza posteriormente para leer artículos, desarrollar proyectos y tomar decisiones basadas en evidencia; por ello, resulta insuficiente conocer únicamente el resultado al finalizar el curso. Diseños con seguimiento podrían examinar si los estudiantes recuerdan los conceptos, seleccionan correctamente métodos y evitan errores frecuentes meses después. Esta información permitiría valorar con mayor precisión la efectividad pedagógica.

En América Latina, la investigación sobre didáctica de la bioestadística continúa siendo menos visible que en otros contextos. La experiencia reportada por Lancellotti et al. (2020) y los estudios recientes desarrollados en Ecuador muestran que existe potencial regional para investigar metodologías activas y multimodales. Sin

embargo, se requieren más estudios que consideren condiciones institucionales, acceso tecnológico, formación docente y características culturales de los estudiantes.

La incorporación de inteligencia artificial introduce además una nueva línea de investigación educativa. Estas herramientas pueden apoyar explicaciones, generar ejemplos, depurar código o proponer interpretaciones, pero también pueden producir respuestas estadísticamente incorrectas o excesivamente seguras. Su uso formativo debería orientarse a verificar, comparar y justificar, no a sustituir el razonamiento. La bioestadística ofrece un escenario especialmente adecuado para enseñar a contrastar resultados automatizados con supuestos, datos y evidencia.

Conclusiones

La revisión bibliográfica permite concluir que la enseñanza de la bioestadística resulta más pertinente cuando se organiza alrededor de problemas, datos y decisiones que requieren interpretación. La evidencia reciente favorece un desplazamiento desde modelos centrados en exposición y cálculo hacia estrategias activas en las que el estudiante analiza, discute, simula, compara y justifica.

El aprendizaje basado en problemas y casos muestra especial utilidad para conectar conceptos con situaciones auténticas y promover pensamiento crítico. El aula invertida y el aprendizaje colaborativo amplían el tiempo disponible para la aplicación y el diálogo, mientras que la simulación permite representar procesos estadísticos difíciles de comprender mediante fórmulas aisladas.

El software estadístico debe integrarse como una herramienta cognitiva y no como un fin. Su valor aumenta cuando se utiliza para explorar datos, contrastar supuestos, visualizar resultados y relacionar decisiones analíticas con preguntas de investigación. De manera complementaria, la lectura crítica de artículos científicos favorece la alfabetización bioestadística y acerca el aprendizaje a los usos reales de la estadística en las ciencias de la salud.

La evaluación debe ser coherente con estos objetivos y valorar interpretación, selección razonada de métodos, comunicación y uso responsable de evidencia. También es necesario atender la ansiedad y las actitudes del estudiante, ya que las experiencias de aprendizaje pueden modificar la percepción de dificultad y la disposición para participar.

Finalmente, ninguna estrategia aislada garantiza resultados. La mayor consistencia se observa cuando metodologías activas, contextos auténticos, tecnología, retroalimentación y evaluación se articulan dentro de un diseño pedagógico intencional. Se recomienda ampliar la investigación en contextos latinoamericanos, comparar intervenciones con medidas estandarizadas y estudiar los efectos de largo plazo sobre razonamiento estadístico y aplicación profesional.

Agradecimientos

La presente investigación se desarrolla en el marco del Proyecto de Vinculación con la Sociedad “Tareas dirigidas y apoyo psicopedagógico para fortalecer el aprendizaje de los alumnos en la Educación Básica Pública de Jipijapa. Fase IV 2026” y del Proyecto de Investigación “Simulador hotelero gamificado con IA

para la inserción laboral juvenil en las zonas turísticas de Jipijapa”, de la Universidad Estatal del Sur de Manabí. No se recibió financiamiento externo adicional.

Referencias

- American Statistical Association. (2016). Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education (GAISE) College Report 2016. American Statistical Association. [https://www.amstat.org/education/guidelines-for-assessment-and-instruction-in-statistics-education-\(gaise\)-reports](https://www.amstat.org/education/guidelines-for-assessment-and-instruction-in-statistics-education-(gaise)-reports)
- Babaahmadi, A., Maraghi, E., Moradi, S., & Younespour, S. (2021). Comparison between peer learning and conventional methods in biostatistics course among postgraduate nursing students' final score, statistics and test anxiety: A quasi-experimental study with a control group. Shiraz E-Medical Journal, 22(11), e111984. <https://doi.org/10.5812/semj.111984>
- Bihari, A., Choudhari, S. G., & Srivastava, A. (2021). Effectiveness of problem-based learning approach for teaching-learning biostatistics among medical students. Journal of Education and Health Promotion, 10, 264. https://doi.org/10.4103/jehp.1499_20
- Chang, W. W., Zhu, L. J., Wen, L. Y., Song, J. G., Zou, Y. F., & Jin, Y. L. (2022). Effectiveness of seminar-case learning for use in practice teaching of statistics for undergraduates majoring in preventive medicine: A prospective cluster-randomized controlled trial. BMC Medical Education, 22, 237. <https://doi.org/10.1186/s12909-022-03297-8>
- Daou, D., Chakhtoura, M., El-Yazbi, A., Mukherji, D., Sbaity, E., Refaat, M. M., & Nabulsi, M. (2022). Teaching critical appraisal to large classes of undergraduate medical students using team-based learning versus group discussions: A randomized controlled trial. BMC Medical Education, 22, 77. <https://doi.org/10.1186/s12909-022-03145-9>
- Davidson, M., & Russell, R. (2025). Case-based learning for teaching statistical collaboration: Development, application, and evaluation. Journal of Statistics and Data Science Education. <https://doi.org/10.1080/26939169.2025.2525140>
- Lancellotti, D., Abarca, A., Jorquera, J., Lobos, C., Aguilera, D., & Sánchez, N. (2020). Evaluación de la metodología Team Based Learning en cursos de estadística para estudiantes de medicina. Revista Médica de Chile, 148(4), 488–495. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872020000400488>
- Li, C., Zhang, Y., Qin, W., Xia, J., Shang, L., & Wang, L. (2024). Assessing attitudes towards biostatistics education among medical students: Adaptation and preliminary evaluation of the Chinese version Survey of Attitudes Towards Statistics (SATS-36). BMC Medical Education, 24, 634. <https://doi.org/10.1186/s12909-024-05548-2>
- McLaughlin, J. E., & Kang, I. (2017). A flipped classroom model for a biostatistics short course. Statistics Education Research Journal, 16(2), 441–453. <https://doi.org/10.52041/serj.v16i2.200>

- Ordak, M. (2024). Enhancing biostatistics education for medical students in Poland: Factors influencing perception and educational recommendations. *BMC Medical Education*, 24, 428. <https://doi.org/10.1186/s12909-024-05389-z>
- Orsini, N., Thiesmeier, R., & Båge, K. (2024). A simulation-based approach to teach interaction effects in postgraduate biostatistics courses. *Journal of Statistics and Data Science Education*, 32, 395–404. <https://doi.org/10.1080/26939169.2024.2394536>
- Quinapanta Castro, N. I., Choez-A, J. F., & Orbea, A. F. (2026a). Active learning in biostatistics education for medical students: A systematic review and meta-analysis. *Cureus*, 18(3), e105637. <https://doi.org/10.7759/cureus.105637>
- Quinapanta Castro, N. I., Escobar, C., & Choez-A, J. F. (2026b). Active learning of biostatistics in medical education: An educational intervention using algorithms, article analysis and SPSS simulation. *Cureus*, 18(2), e103464. <https://doi.org/10.7759/cureus.103464>
- 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>
- Zhang, S. L., Ren, S. J., Zhu, D. M., Liu, T. Y., Wang, L., Zhao, J. H., Fan, X. T., & Gong, H. (2024). Which novel teaching strategy is most recommended in medical education? A systematic review and network meta-analysis. *BMC Medical Education*. <https://doi.org/10.1186/s12909-024-06291-4>
- Ouyang, H., Wang, S., & Huang, L. (2025). Survey on the current status of statistical cognition and teaching needs of Chinese medical students. *Frontiers in Public Health*, 13, 1621667. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1621667>
- Woltenberg, L. N. (2021). Cultivating statistical literacy among health professions students: A curricular model. *Medical Science Educator*, 31(2), 417–422. <https://doi.org/10.1007/s40670-021-01256-4>