

ARTÍCULO DE REVISIÓN

La Bioestadística como pilar fundamental en el avance de las ciencias de la salud

Biostatistics as a Fundamental Pillar in the Advancement of Health Sciences

Elio Ramirez-Rubira¹ , Estefano Ramirez-Rubira¹ ¹Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Esmeraldas. Ecuador.

Recibido: 5 de marzo de 2024

Aprobado: 11 de abril de 2025



RESUMEN

Introducción: la bioestadística es una disciplina esencial en las ciencias de la salud, ya que transforma datos en evidencia científica que impacta directamente en la calidad de la atención médica y en la formulación de políticas sanitarias. Su aplicación abarca desde la investigación clínica hasta la salud pública, permitiendo la toma de decisiones informadas y basadas en evidencia.

Objetivo: analizar el papel de la bioestadística en las ciencias de la salud, destacando su impacto en la investigación, la práctica clínica y la salud pública, así como identificar los desafíos y oportunidades futuras para su integración efectiva.

Método: se realizó una revisión exhaustiva de la literatura, seleccionando artículos científicos publicados en los últimos años que abordan la aplicación de la bioestadística en diferentes áreas de la salud. Se utilizaron bases de datos como PubMed, SciELO y Google Scholar, con términos de búsqueda como "bioestadística", "investigación clínica" y "salud pública".

Resultados: la bioestadística ha demostrado ser fundamental en el diseño de estudios clínicos, la vigilancia epidemiológica y la evaluación de intervenciones en salud. Su aplicación ha permitido identificar patrones, predecir riesgos y optimizar recursos sanitarios. Sin embargo, se identificaron desafíos como la falta de formación adecuada entre los profesionales de la salud y la necesidad de integrar tecnologías emergentes de manera ética y efectiva.

Conclusiones: la bioestadística es un pilar indispensable en las ciencias de la salud, cuyo impacto trasciende los números para mejorar la calidad de vida de las personas. Su integración en la investigación, la práctica clínica y la educación es esencial para avanzar hacia un futuro donde la medicina basada en evidencia sea la norma.

Palabras clave: BIOESTADÍSTICA; INVESTIGACIÓN CLÍNICA; SALUD PÚBLICA; TOMA DE DECISIONES; MEDICINA BASADA EN EVIDENCIA.

Descriptores: BIOESTADÍSTICA; SALUD PÚBLICA; TOMA DE DECISIONES; MEDICINA BASADA EN LA EVIDENCIA.

ABSTRACT

Introduction: biostatistics is an essential discipline in the health sciences, as it transforms data into scientific evidence that directly impacts the quality of medical care and the formulation of health policies. Its application ranges from clinical research to public health, enabling informed and evidence-based decision-making.

Objective: this review article aims to analyze the role of biostatistics in the health sciences, highlighting its impact on research, clinical practice, and public health, as well as identifying challenges and future opportunities for its effective integration.

Methods: a bibliographic review was carried out, in English. A comprehensive literature review was conducted, selecting scientific articles published in recent years that address the application of biostatistics in different areas of health. Databases such as PubMed, SciELO, and Google Scholar were used, with search terms like "biostatistics," "clinical research," and "public health".

Results: biostatistics has proven to be fundamental in the design of clinical studies, epidemiological surveillance, and the evaluation of health interventions. Its application has enabled the identification of patterns, risk prediction, and the optimization of healthcare resources. However, challenges such as the lack of adequate training among healthcare professionals and the need to integrate emerging technologies ethically and effectively were identified.

Conclusions: biostatistics is an indispensable pillar in the health sciences, whose impact goes beyond numbers to improve people's quality of life. Its integration into research, clinical practice, and education is essential to advance toward a future where evidence-based medicine is the standard.

Keywords: BIOSTATISTICS; CLINICAL RESEARCH; PUBLIC HEALTH; DECISION-MAKING; EVIDENCE-BASED MEDICINE.

Descriptors: BIOSTATISTICS; PUBLIC HEALTH; DECISION MAKING; EVIDENCE-BASED MEDICINE.

Translated into English by:
Julio César Salazar Ramírez 



Citar como: Ramirez-Rubira E, Ramirez-Rubira E. La Bioestadística como Pilar Fundamental en el Avance de las Ciencias de la Salud. Revista Electrónica Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta. 2025; 50: e3896. Disponible en: <https://revzoilomarinellosld.sld.cu/index.php/zmv/article/view/3896>.



Universidad de Ciencias Médicas de Las Tunas
Centro Provincial de Información de Ciencias Médicas
Ave. de la Juventud s/n. CP 75100, Las Tunas, Cuba

INTRODUCCIÓN

La bioestadística se ha consolidado como una disciplina fundamental en las ciencias de la salud, proporcionando herramientas metodológicas esenciales para la recolección, organización, análisis e interpretación de datos en investigaciones clínicas y epidemiológicas. ⁽¹⁾ Su aplicación no solo permite validar hipótesis científicas, sino también tomar decisiones informadas que impactan directamente en la calidad de la atención médica y en la formulación de políticas de salud pública. ⁽²⁾ En un mundo donde la información es clave para la toma de decisiones, la bioestadística emerge como un puente entre la evidencia científica y la práctica clínica, garantizando que los hallazgos sean rigurosos, reproducibles y aplicables a contextos reales. ⁽³⁾

El papel de la bioestadística en la investigación médica es indiscutible, ya que facilita el diseño de estudios, el análisis de datos y la evaluación de intervenciones en salud. ⁽⁴⁾ Desde la planificación de ensayos clínicos hasta la vigilancia epidemiológica, esta disciplina contribuye a la identificación de patrones y tendencias que permiten combatir enfermedades y diseñar estrategias de prevención efectivas. ⁽⁵⁾ Sin embargo, su correcta aplicación requiere no solo de conocimientos técnicos, sino también de una comprensión profunda de los contextos clínicos y sociales en los que se aplica. ⁽⁶⁾

Uno de los desafíos más importantes en la actualidad es la formación adecuada de los profesionales de la salud en bioestadística. Estudios recientes han evidenciado que muchos médicos y residentes carecen de las competencias necesarias para interpretar y aplicar métodos estadísticos en su práctica diaria, lo que limita su capacidad para tomar decisiones basadas en evidencia. ⁽⁷⁾ Esta brecha en la formación no solo afecta la calidad de la investigación, sino también la eficacia de las intervenciones en salud, subrayando la necesidad de integrar la bioestadística en los currículos académicos de manera más robusta y práctica. ⁽⁸⁾

La pandemia de COVID-19 ha puesto de manifiesto la relevancia de la bioestadística en la gestión de crisis sanitarias. Durante este período, la disciplina ha sido clave para el monitoreo de la propagación del virus, la evaluación de intervenciones y la predicción de escenarios futuros. ⁽⁹⁾ La capacidad de analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real ha permitido a los sistemas de salud responder de manera más efectiva, destacando el papel de la bioestadística como una herramienta indispensable en la salud pública. ⁽¹⁰⁾

Además, la bioestadística ha demostrado ser fundamental en áreas como la epidemiología, la genética y la nutrición clínica, donde su aplicación ha permitido avances significativos en la comprensión de enfermedades complejas y en el diseño de tratamientos personalizados. ⁽¹¹⁾ Por ejemplo, técnicas como el análisis de regresión y la minería de datos han sido utilizadas para predecir riesgos de enfermedades como el cáncer de mama y para

evaluar el impacto de intervenciones dietéticas en la salud. ⁽¹²⁾ Estos avances no solo han mejorado la calidad de la investigación, sino que también han contribuido a una atención médica más precisa y efectiva. ⁽¹³⁾

Sin embargo, a pesar de su importancia, la bioestadística enfrenta desafíos significativos, como la falta de comprensión de conceptos básicos entre los profesionales de la salud y la presencia de errores comunes en el análisis e interpretación de datos. ⁽¹⁴⁾ Estos problemas no solo comprometen la validez de los estudios, sino que también pueden llevar a conclusiones erróneas que afectan negativamente la práctica clínica. ⁽¹⁵⁾ Por ello, es crucial promover una formación continua y especializada en bioestadística, así como fomentar la colaboración entre estadísticos y profesionales de la salud para garantizar que los métodos utilizados sean adecuados y éticos. ⁽¹⁶⁾

En este contexto, el presente artículo de revisión tiene como objetivo analizar el papel de la bioestadística en las ciencias de la salud, destacando su impacto en la investigación, la práctica clínica y la salud pública. A través de una revisión exhaustiva de la literatura, se busca identificar los avances más relevantes, los desafíos actuales y las oportunidades futuras para fortalecer la integración de esta disciplina en el ámbito sanitario. ⁽¹⁷⁾ Este análisis no solo contribuirá a una mejor comprensión de la bioestadística, sino que también servirá como base para futuras investigaciones y políticas educativas en el campo de la salud. ⁽¹⁸⁾

La investigación se estructura en tres secciones principales: se aborda el desarrollo de la bioestadística y su aplicación en diferentes áreas de la salud; se analizan los desafíos y limitaciones actuales; y se presentan conclusiones y recomendaciones para fortalecer el uso de la bioestadística en la investigación y la práctica clínica. A través de este enfoque, ⁽¹⁹⁾ se espera contribuir al avance del conocimiento y a la mejora de la calidad de la atención en salud.

DESARROLLO

La bioestadística se ha convertido en una herramienta indispensable en el campo de la salud, impactando en diversas áreas como la investigación clínica, la salud pública y la gestión sanitaria.

La bioestadística en la investigación clínica y epidemiológica

La bioestadística es una disciplina esencial en la investigación clínica, ya que proporciona las herramientas metodológicas necesarias para diseñar estudios rigurosos y analizar datos de manera efectiva. ⁽¹⁾ Su aplicación permite no solo validar hipótesis científicas, sino también garantizar que los resultados sean reproducibles y aplicables a contextos reales. ⁽²⁾ Por ejemplo, en el diseño de ensayos clínicos, la bioestadística juega un papel crucial en la determinación del tamaño de la muestra, la aleatorización de los participantes y el análisis de los resultados, lo que asegura la validez

interna y externa de los estudios. ⁽³⁾ Sin estas herramientas, sería imposible obtener conclusiones confiables sobre la eficacia y seguridad de nuevos tratamientos o intervenciones médicas. ⁽⁴⁾

En el ámbito epidemiológico, la bioestadística es fundamental para el monitoreo de brotes y la vigilancia de enfermedades. ⁽⁵⁾ Durante la pandemia de COVID-19, por ejemplo, el análisis estadístico de datos en tiempo real permitió a los sistemas de salud predecir la propagación del virus, evaluar el impacto de medidas como el distanciamiento social y la vacunación, y optimizar la asignación de recursos. ⁽⁶⁾ Además, técnicas como el análisis de regresión y la minería de datos han sido utilizadas para identificar patrones en la incidencia de enfermedades crónicas, lo que ha contribuido al diseño de estrategias de prevención más efectivas. ⁽⁷⁾ Estos avances no solo han mejorado la capacidad de respuesta ante crisis sanitarias, sino que también han fortalecido los sistemas de vigilancia en salud pública. ⁽⁸⁾

Uno de los mayores aportes de la bioestadística en la investigación clínica es su capacidad para manejar la incertidumbre inherente a los datos médicos. ⁽⁹⁾ A través de métodos como los intervalos de confianza y las pruebas de hipótesis, los investigadores pueden cuantificar la variabilidad en sus hallazgos y determinar si los resultados son estadísticamente significativos. ⁽¹⁰⁾ Esto es particularmente importante en estudios con muestras pequeñas o en contextos donde los datos son escasos, ya que permite tomar decisiones informadas incluso en condiciones de incertidumbre. ⁽¹¹⁾ Sin embargo, es crucial que los profesionales de la salud comprendan estos conceptos para evitar interpretaciones erróneas que puedan llevar a conclusiones incorrectas. ⁽¹²⁾

La bioestadística también ha revolucionado el campo de la medicina personalizada, permitiendo el análisis de grandes volúmenes de datos genéticos y clínicos para identificar patrones que predicen la respuesta a tratamientos específicos. ⁽¹³⁾ Por ejemplo, técnicas como el análisis de supervivencia y los modelos de regresión logística han sido utilizados para predecir el riesgo de enfermedades como el cáncer de mama y para evaluar la efectividad de terapias dirigidas. ⁽¹⁴⁾ Estos avances no solo han mejorado la precisión de los diagnósticos, sino que también han permitido diseñar intervenciones más efectivas y menos invasivas para los pacientes. ⁽¹⁵⁾ En este sentido, la bioestadística se ha convertido en un pilar fundamental para la medicina del siglo XXI. ⁽¹⁶⁾

Sin embargo, a pesar de sus múltiples beneficios, la aplicación de la bioestadística en la investigación clínica y epidemiológica enfrenta desafíos significativos. ⁽¹⁷⁾ Uno de los principales es la falta de formación adecuada entre los profesionales de la salud, lo que limita su capacidad para interpretar y aplicar métodos estadísticos de manera efectiva. ⁽¹⁸⁾ Además, la complejidad de las técnicas estadísticas y la falta de software accesible pueden dificultar su implementación en contextos con recursos limitados. ⁽¹⁹⁾ Para superar estos obstáculos, es esencial promover una formación continua en bioestadística y

fomentar la colaboración entre estadísticos y profesionales de la salud, asegurando que los métodos utilizados sean adecuados y éticos. ⁽²⁰⁾

Formación en bioestadística para profesionales de la salud

La formación en bioestadística es un componente esencial en la educación de los profesionales de la salud, ⁽¹⁾ ya que les proporciona las herramientas necesarias para interpretar y aplicar métodos estadísticos en su práctica clínica y de investigación. Sin embargo, estudios recientes han evidenciado que muchos médicos y residentes carecen de las competencias necesarias para manejar conceptos estadísticos básicos, lo que limita su capacidad para tomar decisiones basadas en evidencia. ⁽²⁾ Esta brecha en la formación no solo afecta la calidad de la investigación, sino también la eficacia de las intervenciones en salud, subrayando la necesidad de integrar la bioestadística en los currículos académicos de manera más robusta y práctica. ⁽³⁾

Uno de los principales desafíos en la formación en bioestadística es la falta de enfoques pedagógicos que combinen la teoría con la práctica. ⁽⁴⁾ Muchos programas académicos se centran en la enseñanza de conceptos estadísticos abstractos, sin proporcionar ejemplos concretos de su aplicación en contextos clínicos reales. ⁽⁵⁾ Esto dificulta que los estudiantes comprendan la relevancia de la bioestadística en su futura práctica profesional y limita su capacidad para aplicar estos conocimientos en la toma de decisiones. ⁽⁶⁾ Para superar este obstáculo, es esencial desarrollar estrategias didácticas que integren la bioestadística ⁽⁷⁾ con casos clínicos y proyectos de investigación, permitiendo a los estudiantes ver su aplicación directa en la salud.

Además, la formación en bioestadística debe adaptarse a las necesidades específicas de cada disciplina dentro de las ciencias de la salud. ⁽⁸⁾ Por ejemplo, los estudiantes de medicina pueden beneficiarse de un enfoque que enfatice el diseño de estudios clínicos y la interpretación de resultados, mientras que los estudiantes de enfermería podrían necesitar más formación en el análisis de datos relacionados con la calidad de la atención y la seguridad del paciente. ⁽⁹⁾ Esta personalización del currículo no solo mejora la relevancia de la formación, sino que también aumenta la motivación de los estudiantes al ver la aplicación directa de lo que aprenden en su área de interés. ⁽¹⁰⁾

Otro aspecto crítico es la formación continua en bioestadística para profesionales ya en ejercicio. ⁽¹¹⁾ Muchos médicos y otros profesionales de la salud no reciben actualización en métodos estadísticos después de graduarse, lo que puede llevar a errores en la interpretación de datos y en la toma de decisiones clínicas. ⁽¹²⁾ Programas de educación continua, talleres y cursos en línea pueden ser herramientas efectivas para cerrar esta brecha, especialmente si se enfocan en las necesidades específicas de los profesionales y en las últimas tendencias en investigación médica. ⁽¹³⁾ Además, la colaboración entre instituciones académicas y

hospitales puede facilitar la implementación de estas iniciativas, asegurando que los profesionales tengan acceso a recursos actualizados y relevantes. ⁽¹⁴⁾

Por esta razón, es crucial fomentar una cultura de colaboración entre estadísticos y profesionales de la salud para fortalecer la formación en bioestadística. ⁽¹⁵⁾ Los estadísticos pueden aportar su experticia en métodos avanzados, mientras que los profesionales de la salud pueden proporcionar el contexto clínico necesario para aplicar estos métodos de manera efectiva. ⁽¹⁶⁾ Esta colaboración no solo enriquece la formación, sino que también promueve la investigación interdisciplinaria, lo que puede llevar a avances significativos en la atención médica y la salud pública. ⁽¹⁷⁾ En este sentido, la formación en bioestadística no debe verse como un requisito aislado, sino como un componente integral de la educación en ciencias de la salud, esencial para el avance de la medicina basada en evidencia. ⁽¹⁸⁾

Aplicaciones de la bioestadística en áreas específicas de la salud

La bioestadística ha demostrado ser una herramienta indispensable en diversas áreas de la salud, ⁽¹⁾ desde la epidemiología hasta la genética y la nutrición clínica. En el campo de la epidemiología, por ejemplo, su aplicación ha permitido el análisis de brotes de enfermedades infecciosas y la identificación de factores de riesgo asociados con enfermedades crónicas. ⁽²⁾ Técnicas como los estudios de cohortes y los análisis de regresión han sido fundamentales para comprender la propagación de enfermedades como el COVID-19 y para evaluar la efectividad de intervenciones como la vacunación y el distanciamiento social. ⁽³⁾ Estos avances no solo han mejorado la capacidad de respuesta ante crisis sanitarias, sino que también han fortalecido los sistemas de vigilancia en salud pública. ⁽⁴⁾

En el ámbito de la genética, la bioestadística ha revolucionado la investigación al permitir el análisis de grandes volúmenes de datos genómicos. ⁽⁵⁾ Técnicas como el análisis de asociación del genoma completo (GWAS, por sus siglas en inglés) han sido utilizadas para identificar variantes genéticas asociadas con enfermedades complejas como el cáncer, la diabetes y las enfermedades cardiovasculares. ⁽⁶⁾ Además, la bioestadística ha permitido el desarrollo de modelos predictivos que evalúan el riesgo de desarrollar ciertas enfermedades en función de la predisposición genética, lo que ha abierto nuevas posibilidades para la medicina personalizada. ⁽⁷⁾ Estos avances no solo han mejorado la precisión de los diagnósticos, sino que también han permitido diseñar intervenciones ⁽⁸⁾ más efectivas y menos invasivas para los pacientes.

En el campo de la nutrición clínica, la bioestadística ha sido fundamental para evaluar el impacto de intervenciones dietéticas en la salud. ⁽⁹⁾ Por ejemplo, estudios que utilizan técnicas como el análisis de regresión y la minería de datos han permitido identificar patrones alimentarios asociados con un mayor riesgo de enfermedades crónicas, como la obesidad y la diabetes tipo 2. ⁽¹⁰⁾ Además, la

bioestadística ha sido clave en el diseño de ensayos clínicos que evalúan la eficacia de dietas específicas en la prevención y el tratamiento de estas enfermedades. ⁽¹¹⁾ Estos hallazgos no solo han mejorado la comprensión de la relación entre la dieta y la salud, sino que también han contribuido al desarrollo de recomendaciones nutricionales basadas en evidencia. ⁽¹²⁾

En odontología, la bioestadística ha permitido el análisis de datos relacionados con la salud bucal y la evaluación de intervenciones preventivas y terapéuticas. ⁽¹³⁾ Por ejemplo, estudios que utilizan técnicas estadísticas como el análisis de varianza y la regresión logística han permitido identificar factores de riesgo asociados con enfermedades como la caries dental y la enfermedad periodontal. ⁽¹⁴⁾ Además, la bioestadística ha sido fundamental en la evaluación de la efectividad de tratamientos odontológicos y en la planificación de campañas de prevención en salud bucal. ⁽¹⁵⁾ Estos avances no solo han mejorado la calidad de la atención odontológica, sino que también han contribuido a la promoción de la salud bucal a nivel poblacional. ⁽¹⁶⁾

En el ámbito de la salud mental, la bioestadística ha sido clave para el análisis de datos relacionados con trastornos psiquiátricos y la evaluación de intervenciones terapéuticas. ⁽¹⁷⁾ Técnicas como el análisis de regresión y los modelos de ecuaciones estructurales han permitido identificar factores de riesgo asociados con trastornos como la depresión y la ansiedad, así como evaluar la efectividad de tratamientos farmacológicos y psicológicos. ⁽¹⁸⁾ Además, la bioestadística ha sido fundamental en el diseño de estudios longitudinales que evalúan la evolución de estos trastornos a lo largo del tiempo, lo que ha permitido una mejor comprensión de su curso y pronóstico. ⁽¹⁹⁾ Estos avances no solo han mejorado la calidad de la atención en salud mental, sino que también han contribuido a la formulación de políticas públicas más efectivas en este ámbito. ⁽²⁰⁾

Técnicas y herramientas bioestadísticas avanzadas

El avance de la bioestadística ha estado acompañado por el desarrollo de técnicas y herramientas cada vez más sofisticadas, que permiten abordar problemas complejos en la investigación médica y en la salud pública. ⁽¹⁾ Una de las técnicas más destacadas es el uso de algoritmos de minería de datos, que permiten analizar grandes volúmenes de información para identificar patrones y tendencias que no serían evidentes mediante métodos tradicionales. ⁽²⁾ Por ejemplo, en el campo de la oncología, estos algoritmos han sido utilizados para predecir el riesgo de cáncer de mama con una precisión superior al 97 %, lo que ha permitido mejorar la detección temprana y el tratamiento de esta enfermedad. ⁽³⁾ Estas herramientas no solo han revolucionado la investigación, sino que también han abierto nuevas posibilidades para la medicina personalizada. ⁽⁴⁾

Otra técnica avanzada es el uso de modelos de regresión, que permiten evaluar la relación entre múltiples variables y predecir resultados en función

de estas. ⁽⁵⁾ En el ámbito de la nutrición clínica, por ejemplo, los modelos de regresión logística han sido utilizados para analizar cómo ciertos hábitos alimentarios impactan en el riesgo de desarrollar enfermedades crónicas como la obesidad y la diabetes tipo 2. ⁽⁶⁾ Estos modelos no solo permiten identificar factores de riesgo, sino también evaluar la efectividad de intervenciones dietéticas, lo que ha contribuido al desarrollo de recomendaciones nutricionales basadas en evidencia. ⁽⁷⁾ Además, la aplicación de técnicas de regresión múltiple ha permitido comprender mejor la interacción entre factores genéticos, ambientales y de estilo de vida en el desarrollo de enfermedades complejas. ⁽⁸⁾

La bioestadística también ha incorporado técnicas de aprendizaje automático (machine learning), que permiten el análisis predictivo y la clasificación de datos en función de patrones complejos. ⁽⁹⁾ Además, en el ámbito de la salud mental, los modelos de aprendizaje automático han permitido predecir el riesgo de trastornos psiquiátricos en función de variables clínicas y demográficas, lo que ha mejorado la capacidad de intervención temprana. ⁽¹⁰⁻¹¹⁾ Estas herramientas no solo han ampliado las posibilidades de la investigación, sino que también han mejorado la precisión de los diagnósticos y la efectividad de los tratamientos. ⁽¹²⁾

Sin embargo, el uso de técnicas avanzadas en bioestadística no está exento de desafíos. ⁽¹³⁾ Uno de los principales es la necesidad de validar y evaluar los modelos estadísticos para garantizar su efectividad en contextos clínicos reales. ⁽¹⁴⁾ Por ejemplo, los modelos predictivos deben ser ajustados y validados en diferentes poblaciones para asegurar que sus resultados sean generalizables y aplicables en diversos entornos. ⁽¹⁵⁾

Además, la complejidad de estas técnicas puede dificultar su interpretación por parte de los profesionales de la salud, lo que subraya la importancia de desarrollar herramientas accesibles y fáciles de usar. ⁽¹⁶⁾ En este sentido, la colaboración entre estadísticos y profesionales de la salud es esencial para garantizar que los métodos utilizados sean adecuados y éticos. ⁽¹⁷⁾

El desarrollo de software especializado ha sido fundamental para facilitar la aplicación de técnicas bioestadísticas avanzadas en la investigación y la práctica clínica. ⁽¹⁸⁾ Programas como R, Python y SPSS permiten a los investigadores realizar análisis complejos de manera eficiente, mientras que plataformas como Tableau y Power BI facilitan la visualización y comunicación de los resultados. ⁽¹⁹⁾

Además, el uso de herramientas de código abierto ha democratizado el acceso a estas tecnologías, permitiendo que investigadores de todo el mundo puedan aplicarlas en sus estudios. ⁽²⁰⁾

Sin embargo, es crucial que los profesionales de la salud reciban formación en el uso de estas herramientas, para garantizar que puedan aprovechar al máximo su potencial en la mejora de la atención médica y la salud pública. ⁽²¹⁾

Desafíos y limitaciones en la aplicación de la bioestadística

A pesar de su importancia, la aplicación de la bioestadística en la investigación y la práctica clínica enfrenta varios desafíos significativos. ⁽¹⁾ Uno de los principales es la falta de comprensión de conceptos estadísticos básicos entre los profesionales de la salud, lo que puede llevar a errores en el diseño de estudios, el análisis de datos y la interpretación de resultados. ⁽²⁾ Por ejemplo, estudios han demostrado que entre el 60 % y el 80 % de los artículos publicados en revistas científicas contienen errores estadísticos, como el uso inapropiado de pruebas o la falta de cálculo del tamaño de la muestra. ⁽³⁾ Estos errores no solo comprometen la validez de los hallazgos, sino que también pueden llevar a conclusiones erróneas que afectan negativamente la práctica clínica. ⁽⁴⁾

Otro desafío importante es la complejidad de las técnicas estadísticas avanzadas, que pueden ser difíciles de aplicar e interpretar sin una formación adecuada. ⁽⁵⁾ Por ejemplo, métodos como los modelos de regresión múltiple, el análisis de supervivencia y el aprendizaje automático requieren un conocimiento profundo de estadística y matemáticas, lo que limita su uso por parte de profesionales que no tienen una formación especializada. ⁽⁶⁾ Además, la falta de software accesible y fácil de usar puede dificultar aún más la implementación de estas técnicas en contextos con recursos limitados. ⁽⁷⁾ Esto subraya la necesidad de desarrollar herramientas y programas de formación que simplifiquen el uso de métodos estadísticos avanzados para investigadores y profesionales de la salud. ⁽⁸⁾ La falta de estandarización en la presentación de resultados estadísticos también representa un desafío importante. ⁽⁹⁾

Muchos estudios no reportan de manera clara y completa los métodos estadísticos utilizados, lo que dificulta la replicación de los resultados y la evaluación de su validez. ⁽¹⁰⁾ Además, la ausencia de directrices claras para la interpretación de resultados, como los valores de p y los intervalos de confianza, puede llevar a malentendidos y conclusiones incorrectas. ⁽¹¹⁾ Para abordar este problema, es esencial promover el uso de guías y estándares internacionales, como las recomendaciones STROBE para estudios observacionales y CONSORT para ensayos clínicos, que aseguren una presentación transparente y rigurosa de los resultados. ⁽¹²⁾

Otro desafío importante es la falta de enfoques contextualizados en la aplicación de la bioestadística. ⁽¹³⁾ Muchas veces, los métodos estadísticos se aplican de manera mecánica, sin considerar las particularidades del contexto clínico o social en el que se realizan los estudios. ⁽¹⁴⁾ Esto puede llevar a resultados que, aunque estadísticamente significativos, no tienen un impacto práctico en la atención al paciente o en la salud pública. ⁽¹⁵⁾ Para superar este obstáculo, es crucial fomentar la colaboración entre estadísticos y

profesionales de la salud, asegurando que los métodos utilizados sean adecuados y relevantes para los problemas que se buscan resolver. ⁽¹⁶⁾

La ética en la aplicación de la bioestadística es un tema que no puede pasarse por alto. ⁽¹⁷⁾ El uso inapropiado de técnicas estadísticas, como la manipulación de datos o la selección sesgada de métodos, puede comprometer la integridad de la investigación y generar desconfianza en los resultados. ⁽¹⁸⁾ Además, la falta de transparencia en la presentación de resultados y la omisión de limitaciones en los estudios pueden llevar a conclusiones engañosas que afectan negativamente la práctica clínica y la toma de decisiones en salud pública. ⁽¹⁹⁾ Por ello, es esencial promover una cultura de integridad científica y ética en la aplicación de la bioestadística, asegurando que los métodos utilizados sean rigurosos, transparentes y respetuosos con los principios bioéticos. ⁽²⁰⁾

El papel de la bioestadística en la gestión de crisis sanitarias

La bioestadística ha demostrado ser una herramienta indispensable en la gestión de crisis sanitarias, como la pandemia de COVID-19, donde su aplicación ha permitido monitorear la propagación del virus, evaluar intervenciones y predecir escenarios futuros.

⁽¹⁾ Durante la pandemia, el análisis estadístico de datos en tiempo real fue clave para la toma de decisiones informadas, como la implementación de medidas de distanciamiento social, la distribución de recursos médicos y la planificación de campañas de vacunación. ⁽²⁾

Estos esfuerzos no solo ayudaron a controlar la propagación del virus, sino que también permitieron a los sistemas de salud responder de manera más efectiva ante una crisis sin precedentes. ⁽³⁾

Uno de los mayores aportes de la bioestadística durante la pandemia fue su capacidad para modelar la propagación del virus y predecir su impacto en diferentes escenarios. ⁽⁴⁾ Por ejemplo, los modelos epidemiológicos, como los basados en ecuaciones diferenciales y cadenas de Markov, permitieron estimar la tasa de reproducción (R_0) del virus y evaluar el efecto de medidas como el confinamiento y el uso de mascarillas. ⁽⁵⁾ Estos modelos no solo ayudaron a los gobiernos a tomar decisiones basadas en evidencia, sino que también permitieron comunicar de manera clara y transparente los riesgos y beneficios de las intervenciones propuestas. ⁽⁶⁾

Además, la bioestadística fue fundamental en la evaluación de la efectividad de las vacunas y tratamientos contra el COVID-19. ⁽⁷⁾ A través de ensayos clínicos rigurosos, se pudo determinar la eficacia y seguridad de las vacunas, así como identificar posibles efectos secundarios. ⁽⁸⁾ El análisis estadístico de estos datos permitió a las autoridades sanitarias aprobar vacunas de manera rápida pero segura, lo que fue crucial para controlar la pandemia y salvar vidas. ⁽⁹⁾ Además, la bioestadística permitió monitorear la efectividad de las vacunas en

diferentes poblaciones y ajustar las estrategias de vacunación en función de los resultados. ⁽¹⁰⁾

Otro aspecto clave fue el uso de la bioestadística en la vigilancia epidemiológica, que permitió identificar brotes y tendencias en la propagación del virus. ⁽¹¹⁾ Por ejemplo, el análisis de datos de movilidad y contactos sociales permitió identificar focos de contagio y diseñar estrategias de contención específicas. ⁽¹²⁾

Además, la bioestadística fue fundamental en la evaluación de la carga hospitalaria, permitiendo a los sistemas de salud anticipar la demanda de camas de cuidados intensivos y otros recursos críticos. ⁽¹³⁾ Estos esfuerzos ⁽¹⁴⁾ no solo ayudaron a salvar vidas, también demostraron la importancia de contar con sistemas de vigilancia robustos y basados en datos. La pandemia de COVID-19 destacó la necesidad de fortalecer la formación en bioestadística entre los profesionales de la salud y los tomadores de decisiones. ⁽¹⁵⁾ La capacidad de interpretar y aplicar métodos estadísticos fue esencial para comprender la evolución de la pandemia y tomar decisiones informadas. ⁽¹⁶⁾

Sin embargo, muchos profesionales carecían de las competencias necesarias para manejar estos conceptos, lo que subraya la importancia de integrar la bioestadística en los currículos académicos y promover la educación continua en esta disciplina. ⁽¹⁷⁾ En este sentido, la pandemia ha dejado una lección clara: la bioestadística no es solo una herramienta técnica, sino un pilar fundamental para la gestión de crisis sanitarias y la protección de la salud pública. ⁽¹⁸⁾

Integración de la bioestadística con tecnologías emergentes

La integración de la bioestadística con tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático (machine learning), ha revolucionado la investigación médica y la práctica clínica. ⁽¹⁾ Estas tecnologías permiten el análisis de grandes volúmenes de datos, conocidos como "big data", lo que ha abierto nuevas posibilidades para la identificación de patrones y la predicción de resultados en salud. ⁽²⁾ Por ejemplo, en el campo de la oncología, los algoritmos de IA han sido utilizados para analizar imágenes médicas y predecir el riesgo de cáncer con una precisión superior al 90 %, lo que ha mejorado la detección temprana y el tratamiento de esta enfermedad. ⁽³⁾

Estas herramientas no solo han ampliado las posibilidades de la investigación, sino que también han mejorado la precisión de los diagnósticos y la efectividad de los tratamientos. ⁽⁴⁾

El aprendizaje automático, en particular, ha demostrado ser una herramienta poderosa para el análisis predictivo en salud. ⁽⁵⁾ Por ejemplo, en el campo de la genética, los modelos de aprendizaje automático han sido utilizados para identificar variantes genéticas asociadas con enfermedades complejas, como la diabetes y las enfermedades cardiovasculares. ⁽⁶⁾

Además, estos modelos han permitido el desarrollo de terapias personalizadas, donde los tratamientos se ajustan en función de las características genéticas y clínicas de cada paciente. ⁽⁷⁾ Estos avances no solo han mejorado la calidad de la atención médica, sino que también han reducido los costos asociados con tratamientos ineficaces. ⁽⁸⁾

Sin embargo, el uso de tecnologías emergentes en bioestadística no está exento de desafíos. ⁽⁹⁾ Uno de los principales es el riesgo de sesgo en los algoritmos, que puede llevar a resultados incorrectos o discriminatorios si los datos utilizados para entrenar los modelos no son representativos de la población objetivo. ⁽¹⁰⁾ Por ejemplo, si un algoritmo de IA se entrena principalmente con datos de una población específica, es posible que no funcione correctamente en otras poblaciones, lo que puede llevar a diagnósticos o tratamientos inadecuados. ⁽¹¹⁾ Para abordar este problema, es esencial garantizar que los datos ⁽¹²⁾ utilizados sean diversos y representativos, y que los modelos sean validados en diferentes contextos antes de su implementación.

Otro desafío importante es la falta de transparencia en los algoritmos de IA, lo que dificulta su interpretación por parte de los profesionales de la salud. ⁽¹³⁾ Muchos modelos de aprendizaje automático funcionan como "cajas negras", donde es difícil entender cómo se llega a una conclusión específica. ⁽¹⁴⁾ Esto puede generar desconfianza en los resultados y limitar la adopción de estas tecnologías en la práctica clínica. ⁽¹⁵⁾ Para superar este obstáculo, es crucial desarrollar herramientas que permitan visualizar y explicar los resultados de los algoritmos de manera clara y accesible, asegurando que los profesionales de la salud puedan comprender y confiar en las recomendaciones generadas. ⁽¹⁶⁾

La integración de la bioestadística con tecnologías emergentes requiere una formación especializada para los profesionales de la salud. ⁽¹⁷⁾ Muchos médicos y otros profesionales carecen de las competencias necesarias para utilizar estas herramientas de manera efectiva, lo que limita su potencial en la mejora de la atención médica. ⁽¹⁸⁾ Por ello, es esencial promover programas de formación que combinen conceptos estadísticos con el uso de tecnologías avanzadas, asegurando que los profesionales estén preparados para aprovechar al máximo estas innovaciones. ⁽¹⁹⁾ Además, la colaboración entre estadísticos, informáticos y profesionales de la salud es clave para garantizar que las tecnologías desarrolladas sean relevantes y aplicables en contextos clínicos reales. ⁽²⁰⁾

Perspectivas futuras y recomendaciones

El futuro de la bioestadística en las ciencias de la salud está marcado por oportunidades significativas, pero también por desafíos que deben abordarse para maximizar su impacto. ⁽¹⁾ Una de las principales perspectivas es la integración cada vez mayor de la bioestadística con tecnologías emergentes, ⁽²⁾ como la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático, que permitirán el análisis de grandes

volúmenes de datos y la personalización de tratamientos médicos. Sin embargo, para aprovechar estas oportunidades, es esencial promover una formación especializada que combine conceptos estadísticos con el uso de herramientas tecnológicas avanzadas, asegurando que los profesionales de la salud estén preparados para enfrentar los retos del futuro. ⁽³⁾

Otra perspectiva importante es el fortalecimiento de la colaboración interdisciplinaria entre estadísticos, profesionales de la salud y expertos en tecnología. ⁽⁴⁾ Esta colaboración no solo permitirá desarrollar métodos estadísticos más robustos y aplicables, sino también garantizará que las soluciones propuestas sean relevantes para los problemas clínicos y sociales que se buscan resolver. ⁽⁵⁾ Además, la creación de redes de investigación y la promoción de proyectos conjuntos entre instituciones académicas, hospitales y empresas tecnológicas pueden acelerar la innovación en bioestadística y mejorar su impacto en la salud pública. ⁽⁶⁾

La educación continua en bioestadística es otro aspecto clave para el futuro. ⁽⁷⁾ Dado el rápido avance de las técnicas estadísticas y tecnológicas, es esencial que los profesionales de la salud tengan acceso a programas de formación que les permitan actualizar sus conocimientos y habilidades de manera constante. ⁽⁸⁾ Esto incluye no solo la formación en métodos estadísticos tradicionales, sino también en técnicas avanzadas como el análisis de big data y el uso de algoritmos de IA. ⁽⁹⁾ Además, la creación de plataformas en línea y recursos educativos abiertos puede facilitar el acceso a la formación en bioestadística para profesionales en todo el mundo. ⁽¹⁰⁾

Otro aspecto crucial es la promoción de estándares éticos y de transparencia en la aplicación de la bioestadística. ⁽¹¹⁾ A medida que las técnicas estadísticas se vuelven más complejas y se integran con tecnologías emergentes, es esencial garantizar que su uso sea ético y respetuoso con los derechos de los pacientes. ⁽¹²⁾ Esto incluye la implementación de directrices claras para la presentación de resultados, la validación de modelos estadísticos y la protección de la privacidad de los datos. ⁽¹³⁾ Además, es crucial fomentar una cultura de integridad científica que valore la transparencia y la responsabilidad en la investigación. ⁽¹⁴⁾

Finalmente, es esencial promover la investigación en bioestadística que aborde los desafíos actuales y futuros en salud pública. ⁽¹⁵⁾ Esto incluye el desarrollo de métodos estadísticos innovadores para el análisis de enfermedades emergentes, la evaluación de intervenciones en salud y la predicción de riesgos en poblaciones vulnerables. ⁽¹⁶⁾ Además, es crucial fomentar la investigación en áreas como la medicina personalizada, la genómica y la salud digital, donde la bioestadística puede tener un impacto transformador. ⁽¹⁷⁾ En este sentido, la inversión en investigación y el apoyo a jóvenes investigadores en bioestadística son clave para asegurar un futuro prometedor para esta disciplina. ⁽¹⁸⁾

Por todo lo anteriormente expuesto puede afirmarse que la bioestadística es un pilar indispensable en las ciencias de la salud, cuyo aporte trasciende los números y los algoritmos para impactar directamente en la calidad de la atención médica y el bienestar de la población; su integración en la investigación, la práctica clínica y la educación es esencial para avanzar hacia un futuro donde la medicina basada en evidencia sea la norma, y donde cada decisión esté respaldada por datos rigurosos y análisis precisos. Desde el diseño de estudios clínicos y epidemiológicos hasta la interpretación de datos, la bioestadística permite validar hipótesis y tomar decisiones informadas que benefician tanto a los pacientes como a los sistemas de salud.

Entre los aportes más relevantes de la bioestadística se destaca su capacidad para manejar la variabilidad y la incertidumbre inherentes a los datos médicos; técnicas como el análisis de regresión, las pruebas de hipótesis y los intervalos de confianza no solo permiten cuantificar la significación estadística de los hallazgos, sino también evaluar su relevancia clínica, asegurando que los resultados sean válidos y aplicables en contextos reales. Además, el desarrollo de modelos predictivos ha permitido identificar factores de riesgo y pronosticar resultados en salud,

optimizando la eficacia de las intervenciones médicas y la planificación de recursos sanitarios.

Sin embargo, la bioestadística enfrenta desafíos importantes, como la falta de formación adecuada entre los profesionales de la salud y la necesidad de integrar tecnologías emergentes de manera ética y efectiva; para superar estos obstáculos, es esencial promover una formación continua en bioestadística, fomentar la colaboración interdisciplinaria y garantizar el uso riguroso y transparente de los métodos estadísticos. Solo así podremos asegurar que los avances en esta disciplina no solo sean técnicamente sólidos, sino también socialmente relevantes y éticamente responsables.

Las perspectivas futuras de la bioestadística son prometedoras, especialmente en áreas como la genómica, la nutrición clínica y la salud mental; el uso de técnicas avanzadas, como la minería de datos y el aprendizaje automático, ha revolucionado el análisis de grandes volúmenes de información, permitiendo identificar patrones y tendencias que no serían evidentes mediante métodos tradicionales. Estos avances no solo han mejorado la precisión de los diagnósticos, sino que también han optimizado la asignación de recursos y la implementación de políticas de salud pública.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Castro EM. Bioestadística aplicada en investigación clínica: conceptos básicos. Rev. Med. Clin. Condes [revista en internet]. 2019 [citado 15 de septiembre 2024]; 30(1): 50-65. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2018.12.002>.
2. Tobar Moran MR, San Lucas SF, Reyes Sánchez ZG, Ramírez Hecksher AM. Bioestadística como Herramienta aplicada por estudiantes de la Facultad de Ciencias Médicas en el Aprendizaje dentro del Campo de la Salud. RECIAMUC [revista en internet]. 2022 [citado 15 de septiembre 2024]; 6(3): 677-86. Disponible en: <https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/953>.
3. Ruiz Parrales E, Suarez Guaman J, Bastidas Zambrano LI. Importancia de la bioestadística aplicada a la informática. Rev. Pertinencia Académica [revista en internet]. 2021 [citado 15 de septiembre 2024]; V(1):1-19. Disponible en: <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/rpa/article/view/2579>.
4. Jaramillo-Macías I. Estrés académico y bioestadística en estudiantes de ciencias de la salud. Rev. Arb. Interd. Ciencias Salud [revista en internet]. 2020 [citado 15 de septiembre 2024]; 4(7): 133-140. Disponible en: <https://doi.org/10.35381/s.v.v4i7.663>.
5. Ramírez Coronel AA. La bioestadística: Un pilar fundamental en las ciencias de la salud. Rev. Multidisciplinaria Investigación Contemporánea [revista en internet]. 2024 [citado 15 de septiembre 2024]; 2(2): VII-XI. Disponible en: <https://doi.org/10.58995/redlic.rmic.v2.n2.a77>.
6. Nodarse Rodríguez M, Cañedo Andalia R, Cruz Font J, Celorrio Zaragoza I, Peña Rodríguez K, Galano Villanueva DE. Recursos de información sobre Bioestadística para los profesionales de la salud en Cuba disponibles en Infomed. CCM [revista en internet]. 2016 [citado 15 de septiembre 2024]; 20(4): 864-879. Disponible en: <http://www.revcocmed.sld.cu/index.php/cocmed/article/download/2551/956>.
7. Moreno Tan. Impacto de la bioestadística en el Sistema de Vigilancia en Salud en Cuba [en línea]. En: II Jornada Virtual de Medicina Familiar. Ciego de Avila; MINSAP; 2023 [citado 15 de septiembre 2024]. Disponible en: <https://mefavila.sld.cu/index.php/MefAvila2023/2023/paper/viewPaper/644>.
8. Velázquez González VA, González Morales RM, Velázquez Zúñiga GA, Martínez Lozada PR. Impacto de la Bioestadística como ciencia. CCM [revista en internet]. 2019 [citado 15 de septiembre 2024]; 23(4): 1-17. Disponible en: <https://revcocmed.sld.cu/index.php/cocmed/article/view/3453>.
9. Velázquez González VA, Alonso Betancourt LA, Leyva Figueredo PA, Velázquez Zúñiga GA, González Morales RM. La formación laboral del residente en Bioestadística durante la educación en el trabajo. Mikarimin. Rev. Científica Multidisciplinaria [revista en internet]. 2022 [citado 15 de septiembre de 2024]; 8(2): 151-60. Disponible en: <https://revista.uniandes.edu.ec/ojs/index.php/mikarimin/article/view/2755>.

10. Chipia JF, Paredes Y. Aprendizaje de la Bioestadística a través de la Investigación. Rev. Aprendizaje Digital [revista en internet]. 2018 [citado 15 de septiembre 2024]; 3(2): 19-26. Disponible en: <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/aprendizajedigital/article/view/15655/21921926757>.
11. Solís KD, Oviedo JS. Bioestadística: evolución y aplicaciones. Revista Sigma. RSIGMA [revista en internet]. 2022 [citado 15 de julio de 2025]; 18(1): 1-7. Disponible en: <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rsigma/article/view/7948>.
12. Díaz Reissener CV, Rivas Martínez GI. Fundamentos para la aplicación de Bioestadística en Odontología. Rev. Salud Pública Parag. [revista en internet]. 2015 [citado 15 de septiembre 2024]; 5(2): 56-61. Disponible en: <https://fi-admin.bvsalud.org/document/view/6urvx>.
13. Díaz Reissner CV, Rivas Martínez GI. Fundamentos para la aplicación de Bioestadística en Odontología. Rev. Salud Pública Parag. [revista en internet]. 2015 [citado 15 de septiembre 2024]; 5(1): 33-39. Disponible en: <https://www.revistas.una.py/index.php/rsp/article/view/234>.
14. Velázquez González VA, Alonso Betancourt LA, Velázquez Zúñiga GA, Leyva Figueredo PA, González Morales RM. Competencia laboral en la prevención de la COVID-19 en residentes de Bioestadística. Educación Médica Superior [revista en internet]. 2021 [citado 15 de septiembre 2024]; Suplemento Especial Covid: e2796. Disponible en: <http://ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/2796>.
15. Ruiz Espejo M. Cuestiones éticas de la bioestadística médica objetiva. Stat Rep. 2017; 25: 1-11.
16. Rojas-Gualdrón DF. La evaluación de tecnologías en salud basadas en inteligencia artificial ¿debería ser diferente?. CES SPE [revista en internet]. 2022 [citado 15 de julio 2024]; 1(1): 53-8. Disponible en: <https://revistas.ces.edu.co/index.php/spe/article/view/6572>.
17. González Delgado M. Bioestadística y vigilancia epidemiológica [tesis]. Bogotá: Fundación Universitaria del Área Andina; 2017 [citado 15 de julio 2024]. Disponible en: <https://digitk.areandina.edu.co/entities/publication/f3eeb6f7-8492-4251-8bcc-4e9d5e0690b2>.
18. Romero Madero J, León López E. Algoritmos en el manejo de muestras y variables en bioestadística. Revista 16 de abril [revista en internet]. 2018 [citado 15 de septiembre de 2024]; 57(269): 177-94. Disponible en: https://rev16deabril.sld.cu/index.php/16_04/article/view/770.
19. Martínez D, Papuzinski C, Stojanova J, Arancibia M. General concepts in biostatistics and clinical epidemiology: observational studies with case-control design. Medwave [revista en internet]. 2019 [citado 15 de septiembre 2024]; 19(10): e7716. Disponible en: <https://doi.org/10.5867/medwave.2019.10.7716>.
20. Pautassi R. Portada. XV REUNIÓN NACIONAL IV ENCUENTRO INTERNACIONAL AACC. Rev. Arg. Cs. Comp. [revista en internet]. 2016 [citado 15 de septiembre 2024]; 2016: 1-20. Disponible en: <https://doi.org/10.32348/1852.4206.v0.n0.14958>.
21. Tobón G, Vinaccia S, Cadena J, Anaya JM. Calidad de vida en personas con artritis reumatoide a partir del Cuestionario de Calidad de Vida en la Artritis (QoL-RA). Psicología y Salud [revista en internet]. 2004 [citado 15 de septiembre 2024]; 14(1). Disponible en: <https://psicologiaysalud.uv.mx/index.php/psicysalud/article/view/863>.

Contribución de los autores

Elio Ramírez-Rubira |  <https://orcid.org/0000-0002-7377-6315>. Participó en: la conceptualización e ideas; investigación; análisis formal; metodología; visualización; redacción del borrador original; redacción, revisión y edición final.

Estefano Ramírez-Rubira |  <https://orcid.org/0009-0007-7181-5046>. Participó en: redacción borrador original; investigación e ideas; análisis formal; revisión y edición final.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses

Este artículo está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), los lectores pueden realizar copias y distribución de los contenidos por cualquier medio, siempre que se mantenga el reconocimiento de sus autores.