

La inteligencia artificial sin las matemáticas, ¿es posible?

Artificial intelligence without mathematics, is it possible?

Javier Hernández Benítez

Decanato de Ciencias y Tecnología, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Barquisimeto, Venezuela

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17170677>

Recibido: 27-04-2025 Aceptado: 29-04-2025

Resumen

La inteligencia artificial (IA) ha avanzado a un ritmo vertiginoso, permeando casi todos los aspectos de la sociedad moderna. Desde los asistentes virtuales en nuestros teléfonos hasta los complejos algoritmos que impulsan las decisiones en los mercados financieros, la IA se ha convertido en una fuerza transformadora. A menudo, sus capacidades parecen casi mágicas, evocando imágenes de ciencia ficción y robots futuristas. Sin embargo, detrás de esta fachada se encuentra una base sólida y fundamental: las matemáticas. La pregunta que muchos se hacen es que si la inteligencia artificial podría existir y progresar significativamente sin recurrir a los principios matemáticos. Este análisis tratará de explicar que las matemáticas no son simplemente una herramienta útil para la IA, sino que constituyen su esencia misma, haciendo que el desarrollo y el avance significativo de la inteligencia artificial sin fundamentos matemáticos sean una imposibilidad para una comprensión profunda y un progreso real.

Palabras clave: editorial, inteligencia artificial, matemáticas.

Abstract

Artificial intelligence (AI) has advanced at a dizzying pace, permeating nearly every aspect of modern society. From the virtual assistants on our phones to the complex algorithms that drive decisions in financial markets, AI has become a transformative force. Often, its capabilities seem almost magical, conjuring up images of science fiction and futuristic robots. However, behind this facade lies a solid, fundamental foundation: mathematics. The question many are asking is whether artificial intelligence could exist and make significant progress without recourse to mathematical principles. This analysis attempts to explain that mathematics is not simply a useful tool for AI, but constitutes its very essence, making the development and significant advancement of artificial intelligence without mathematical foundations an impossibility for deep understanding and real progress.

Keywords: editorial, Artificial Intelligence, Mathematics.

PUBLICACIONES EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA, revista científica de publicación continua, dos números al año, editada en la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA) en la ciudad de Barquisimeto, Venezuela, bajo la Licencia CC BY-NC-SA. ISSN:1856-8890, EISSN:2477-9660. Depósitos legales: pp200702LA2730, ppi201402LA4590.

Javier Hernández Benítez, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7497-0286>. Correo: jbenitez@ucla.edu.ve. Doctor en Ingeniería Matemática, Magister Scientiarum en Matemáticas, Licenciado en Ciencias Matemáticas. Profesor Titular y Director del Programa Licenciatura en Ciencias Matemáticas del Decanato de Ciencias y Tecnología de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Venezuela. Miembro del Comité Editorial de la revista científica "Publicaciones en Ciencias y Tecnología".

La inteligencia artificial (IA) ha progresado a una velocidad acelerada, impregnando prácticamente todos los elementos de la sociedad contemporánea. Desde los asistentes virtuales en nuestros smartphones hasta los algoritmos sofisticados que impulsan las decisiones en los mercados financieros, la Inteligencia Artificial se ha transformado en un recurso de cambio. Frecuentemente, sus habilidades parecen casi mágicas, rememorando imágenes de ciencia ficción y robots futuristas. No obstante, tras esta apariencia de inteligencia artificial, reside una base firme y esencial: las matemáticas. Pero, ¿La inteligencia artificial podría existir y avanzar de manera significativa sin necesidad de recurrir a los fundamentos matemáticos?

Las matemáticas actúan como el lenguaje y el conjunto de herramientas esenciales para formalizar y resolver los problemas que se presentan en el campo de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático. Proporcionan los marcos y las estructuras indispensables para el desarrollo de algoritmos y modelos sofisticados capaces de aprender de los datos, realizar predicciones y resolver problemas complejos (Meenu, 2024). Comprender las bases matemáticas de la IA y el machine learning no solo es útil, sino crucial para el avance del campo y la creación de modelos más robustos, eficientes e interpretables. De hecho, se ha argumentado que la IA es, en esencia, matemática aplicada (Jamal, 2024). Desde sus inicios, la IA ha estado intrínsecamente ligada a modelos matemáticos; ya en 1943, se desarrollaron los primeros enfoques algorítmicos para el aprendizaje mediante la introducción de un modelo matemático que buscaba imitar la funcionalidad del cerebro humano (Kutyniok, 2024). Esta conexión histórica subraya la profunda dependencia de la IA con respecto a las matemáticas como su base fundacional.

El desarrollo de la inteligencia artificial se apoya en una variedad de disciplinas matemáticas, cada una de las cuales aporta herramientas y conceptos únicos:

- **Álgebra Lineal:** Esta rama es fundamental para la manipulación y transformación de datos de alta dimensión, lo cual es crucial para técnicas como el análisis de componentes principales (PCA) y la descomposición de valores singulares (SVD) (Golub & Van Loan, 2013). El álgebra lineal permite representar datos como vectores y matrices, facilitando operaciones esenciales en redes neuronales y algoritmos de descenso de gradiente (Bishop, 2006; Fessler & Nadakuditi, 2024). Su papel es tan central que se considera imprescindible para los algoritmos de aprendizaje automático, especialmente las redes neuronales.
- **Cálculo:** El cálculo, tanto diferencial como integral, es otro pilar de la IA. A través de la diferenciación e integración, permite el desarrollo y el entrenamiento de modelos, midiendo la diferencia entre los valores predichos y los reales. Es vital para la optimización de redes neuronales y la minimización de funciones de pérdida mediante métodos basados en gradientes, como el algoritmo de retropropagación (Bishop, 2006).
- **Probabilidad y Estadística:** Estas ramas son esenciales para abordar la incertidumbre inherente en los datos y las predicciones de los modelos, sustentando modelos probabilísticos y técnicas de inferencia que permiten una toma de decisiones robusta bajo incertidumbre. Tienen aplicaciones en redes bayesianas, procesos de decisión de Markov y modelos gráficos probabilísticos (Braga-Neto, 2024).
- **Optimización:** La optimización se encuentra en el corazón de la búsqueda de parámetros óptimos para los modelos, asegurando que los sistemas de IA y ML funcionen de manera efectiva y eficiente. Es fundamental en tareas de aprendizaje automático, incluyendo máquinas de vectores de soporte (SVM) y arquitecturas de aprendizaje profundo (Abe, 2010; Saigal, 2021).

- **Matemática Discreta:** La teoría de grafos se utiliza para modelar relaciones y redes, encontrando aplicaciones en el análisis de redes sociales, sistemas de recomendación e incluso en la representación de arquitecturas de redes neuronales. La lógica matemática proporciona un marco para el razonamiento y la construcción de sistemas inteligentes (Bishop, 2006).

La relación entre la inteligencia artificial y las matemáticas revela una conexión intrínseca e ineludible. Las matemáticas no son solo un conjunto de herramientas que la IA utiliza, sino el fundamento mismo sobre el que se construye. Las diversas ramas de las matemáticas, desde el álgebra lineal y el cálculo hasta la probabilidad, la estadística proporciona el lenguaje, la lógica y los métodos necesarios para formalizar, comprender y crear sistemas inteligentes. Las opiniones de expertos en el campo refuerzan esta perspectiva, enfatizando la necesidad de una sólida base matemática para garantizar la fiabilidad, la interpretabilidad y el avance continuo de la IA. Si bien los enfoques emergentes pueden buscar complementar o abstraer las complejidades matemáticas, la base fundamental de la IA sigue siendo intrínsecamente matemática. El análisis de aplicaciones concretas de la IA, como el reconocimiento de imágenes, el procesamiento del lenguaje natural y los sistemas de recomendación, demuestra claramente la aplicación directa de principios matemáticos en su funcionamiento. Las limitaciones que enfrentaría una IA sin estos principios sólidos, incluyendo la falta de robustez y la incapacidad para un razonamiento abstracto profundo, subrayan la importancia de las matemáticas. Con todo esto, no es arriesgado decir, explícitamente, que las matemáticas es la columna vertebral de la IA.

Referencias

- Abe, S. (2010). *Support vector machines for pattern classification* (2nd ed). Springer.
- Bishop, C. M. (2006). *Pattern recognition and machine learning*. Springer.
- Braga-Neto, U. M. (2024). *Fundamentals of Pattern Recognition and Machine Learning* (2nd ed. 2024). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-60950-3>
- Fessler, J. A., & Nadakuditi, R. R. (2024). *Linear algebra for data science, machine learning, and signal processing*. Cambridge university press.
- Golub, G. H., & Van Loan, C. F. (2013). *Matrix computations* (Fourth edition). The Johns Hopkins University Press.
- Jamal, M. (2024, enero). *Why math is vital to thrive in your AI career*. Buitin. <https://builtin.com/articles/math-for-ai>
- Kutyniok, G. (2024, julio). The mathematics of reliable artificial intelligence. *SIAM News*, 57(06). <https://www.siam.org/publications/siam-news/articles/the-mathematics-of-reliable-artificial-intelligence/>
- Meenu, D. (2024). The role of mathematics in artificial intelligence and machine learning. *Innovative Research Thoughts*, 10(3), 60-65. <https://doi.org/10.36676/irt.v10.i3.1434>
- Saigal, P. (2021). *Support-Vector Machines*. Nova Science Publishers, Incorporated.