



FotoGebra e Inteligencia Artificial: Innovación en la creación de problemas matemáticos y su impacto en la enseñanza y el aprendizaje

Karina Amalia **Rizzo**

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda; y Universidad Siglo 21 Argentina

karinarizzo71@gmail.com

Resumen

Este artículo propone la integración de inteligencia artificial (IA) en el concurso FotoGebra para potenciar la creación de problemas matemáticos y mejorar el aprendizaje. Mediante herramientas como modelos de lenguaje (GPT) y generadores de imágenes (DALL·E), se busca personalizar problemas, fomentar la creatividad y el pensamiento crítico, y aumentar la motivación de los estudiantes. La metodología se basa en una revisión teórica de literatura sobre didáctica de las Matemáticas y tecnologías emergentes. Los hallazgos destacan oportunidades para innovar en Educación Matemática, aunque se identifican desafíos técnicos y éticos, como la precisión de la IA y la equidad en el acceso. Se concluye que la IA debe ser una herramienta complementaria, guiada por el juicio pedagógico de los docentes, para maximizar su impacto educativo.

Palabras clave: Aprendizaje personalizado, creatividad en Matemáticas; didáctica de las Matemáticas; FotoGebra; generación de problemas matemáticos; inteligencia artificial en educación; pensamiento crítico; tecnologías emergentes; visualización matemática.

Introducción

El uso de tecnologías emergentes en la Educación Matemática ha transformado las prácticas pedagógicas, permitiendo a los estudiantes explorar conceptos de manera más interactiva y creativa. Como señala Drijvers (2015), "las herramientas digitales no solo apoyan el aprendizaje de las Matemáticas, sino que también pueden transformar la forma en que los estudiantes interactúan con los conceptos matemáticos" (p. 12). En este contexto, el concurso

FotoGebra se posiciona como una iniciativa innovadora que combina la creatividad visual con el aprendizaje matemático. Sin embargo, la integración de inteligencia artificial (IA) abre nuevas posibilidades para enriquecer esta experiencia. Este artículo explora cómo la IA puede potenciar el Concurso FotoGebra, tanto en la generación de problemas como en la creación de imágenes, para mejorar el aprendizaje matemático.

Marco teórico

La didáctica de las Matemáticas ha evolucionado hacia enfoques que priorizan la resolución de problemas y el pensamiento crítico. Según Schoenfeld (2016), "la resolución de problemas no es solo una habilidad matemática, sino una forma de pensar que puede ser cultivada a través de actividades significativas y contextualizadas" (p. 45). Por otro lado, la inteligencia artificial se ha convertido en una herramienta prometedora en educación. Como afirma Holmes et al. (2019), "la IA tiene el potencial de personalizar el aprendizaje, ofrecer retroalimentación inmediata y generar contenido educativo adaptado a las necesidades de los estudiantes" (p. 23). Estas perspectivas respaldan la integración de IA en FotoGebra, ya que combina la resolución de problemas con la personalización del aprendizaje.

FotoGebra: Fotografía, Matemáticas y GeoGebra en acción

FotoGebra es un concurso que combina la creatividad visual con el aprendizaje matemático, invitando a los participantes a explorar las Matemáticas en su entorno a través de la fotografía y la modelización con GeoGebra. El concurso se organiza en cinco categorías:

Categorías 1 y 2: Estudiantes de nivel secundario (hasta aproximadamente 18 años).

Categorías 3 y 4: Estudiantes de carreras de formación docente (futuros profesores).

Categoría 5: Libre (participación abierta a cualquier persona interesada).

A continuación, se describen las etapas que siguen los participantes:

1. Captura de la fotografía

En esta etapa, los participantes deben elegir una fotografía que represente un problema matemático del mundo real. La imagen debe capturar una situación cotidiana, natural o arquitectónica donde se puedan identificar elementos matemáticos, como formas geométricas, patrones, proporciones o relaciones espaciales. Como señala Drijvers (2015), "las herramientas digitales permiten a los estudiantes explorar conceptos matemáticos en contextos reales, lo que facilita una comprensión más profunda y significativa" (p. 14). La fotografía no solo debe ser visualmente atractiva, sino también servir como base para la creación de un problema matemático significativo.

2. Invención del problema real

Una vez seleccionada la fotografía, los participantes deben crear un problema matemático original y relevante que se pueda resolver utilizando la información presente en la imagen. El problema debe ser claro, contextualizado y desafiante, pero accesible para el nivel educativo de

los participantes. Por ejemplo, podrían plantearse preguntas sobre áreas, volúmenes, ángulos, distancias o relaciones proporcionales, dependiendo de los elementos visibles en la fotografía.

3. Modelización con GeoGebra

En esta etapa, los participantes utilizan el software GeoGebra para modelizar la situación matemática presente en la fotografía. GeoGebra permite visualizar, analizar y resolver el problema de manera interactiva. Como afirma Hohenwarter y Jones (2007), "GeoGebra es una herramienta poderosa que integra geometría, álgebra y cálculo, permitiendo a los estudiantes explorar conceptos matemáticos de manera dinámica e intuitiva" (p. 3). Los participantes pueden emplear herramientas como gráficos, geometría dinámica, álgebra y hojas de cálculo para representar y resolver el problema. Esta fase fomenta el pensamiento crítico y la comprensión profunda de los conceptos matemáticos, ya que los estudiantes deben traducir la situación real a un modelo matemático.

4. Conexión con el mundo real

FotoGebra ayuda a los estudiantes a conectar las Matemáticas abstractas con situaciones concretas y significativas de su entorno. Al identificar y resolver problemas matemáticos en contextos reales, los participantes desarrollan una comprensión más profunda de la aplicabilidad de las Matemáticas en la vida cotidiana. Como señala Kaput (1998), "la visualización matemática es una poderosa herramienta para comprender conceptos abstractos y resolver problemas complejos" (p. 34). Esta conexión no solo mejora el aprendizaje, sino que también aumenta la motivación y el interés por la disciplina.

5. Papel de GeoGebra

GeoGebra desempeña un papel fundamental en FotoGebra, ya que permite a los participantes visualizar conceptos matemáticos, realizar cálculos y resolver problemas de manera interactiva y dinámica. Su capacidad para integrar geometría, álgebra y cálculo en una sola plataforma lo convierte en una herramienta ideal para modelizar situaciones complejas. Según Lavicza (2010), "GeoGebra no solo es una herramienta para resolver problemas, sino también un medio para fomentar la creatividad y la exploración en Matemáticas" (p. 78). Además, GeoGebra fomenta la exploración y la experimentación, permitiendo a los estudiantes probar diferentes enfoques y verificar sus soluciones en tiempo real.

Fotogebra y la inteligencia artificial: Propuesta de integración

La integración de IA en Fotogebra puede darse en múltiples niveles. Por ejemplo, los modelos de lenguaje como GPT-4 pueden generar enunciados de problemas matemáticos a partir de prompts específicos. Según Brown et al. (2020), "los modelos de lenguaje de gran escala pueden generar texto coherente y contextualmente relevante, lo que los hace útiles para la creación de contenido educativo" (p. 8). Además, herramientas generativas de imágenes como DALL·E pueden inspirar problemas matemáticos basados en imágenes creativas. Como señala Ramesh et al. (2021), "la generación de imágenes mediante IA puede ser una fuente inagotable de inspiración visual, especialmente en contextos educativos donde la creatividad es clave" (p.

15). Estas herramientas podrían usarse para personalizar problemas según el nivel de los participantes, alineándose con la idea de aprendizaje adaptativo propuesta por Knewton (2017).

A continuación, se presentan ejemplos concretos que ilustran la utilización de modelos de lenguaje como GPT-4 y tres formas en que estas herramientas pueden aplicarse en el contexto de FotoGebra. Para ello, se toman como referencia dos trabajos presentados en el concurso: “Funciones estéticas” (Figura 1, Categoría 4, 2022, por Enrique Dalila) y “Producción de tapabocas” (Figura 2, Categoría 2, 2021, por Aquino Leyla, Cárdenas Blanca y Rastelli Mariano).



Figura 1. Funciones estéticas. Categoría 4. 2022

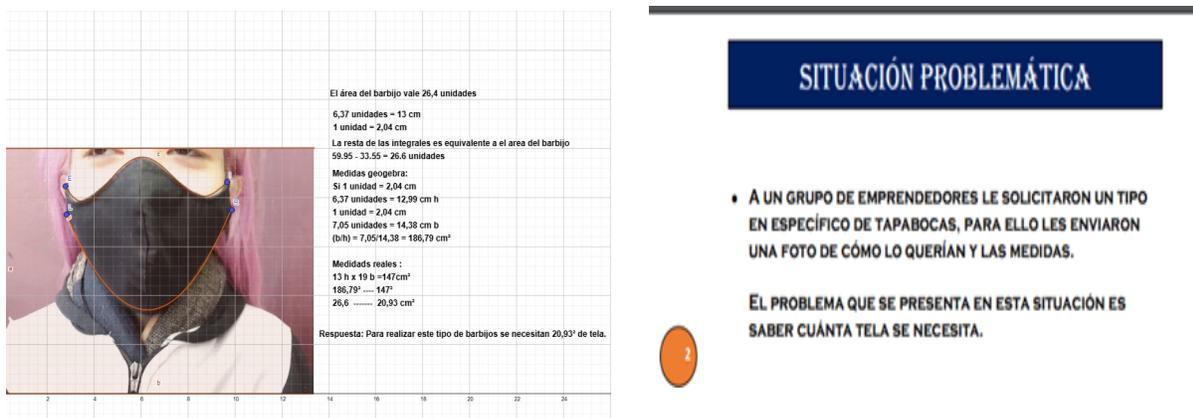


Figura 2. Producción de tapabocas. Categoría 2. 2021

1. Utilización de prompt para mejorar la redacción de una situación problemática

En el Ejemplo 1 (Funciones estéticas) y el Ejemplo 2 (Producción de tapabocas), se utilizaron prompts para mejorar la redacción de las situaciones problemáticas. Esta intervención permitió estructurar los enunciados de manera más clara, enfatizar el problema matemático subyacente y fomentar la exploración de estrategias de solución. La mejora en la redacción no solo facilita la comprensión del problema, sino que también guía a los participantes hacia un abordaje más sistemático y reflexivo.

Situación problemática:

Una manicurista desea digitalizar y organizar sus diseños de uñas para futuras referencias. Para iniciar este proceso, ha tomado una fotografía de la mano de una cliente con un diseño muy creativo, en el que se pueden identificar formas que pueden modelarse con funciones matemáticas. Dado que tiene experiencia en el uso de GeoGebra, se pregunta si este software podría ayudarla a representar y analizar digitalmente sus diseños.

Preguntas:

- ¿Es posible utilizar GeoGebra para modelar los patrones del diseño de uñas?
- ¿Qué tipos de funciones matemáticas podrían representar mejor las formas observadas?
- ¿Qué herramientas de GeoGebra podrían facilitar el trazado y análisis de los diseños?
- ¿Cómo podrías ayudarla a llevar a cabo esta tarea de manera eficiente?

Esta versión enfatiza la conexión con las funciones matemáticas y el potencial de GeoGebra para modelar los diseños. ¿Te gustaría que agregara algo más?

Ejemplo 1. Funciones estéticas. Mejorar redacción situación problemática

Situación problemática:

Un grupo de emprendedores ha recibido un pedido especial de tapabocas con un diseño específico. Para ello, les enviaron una fotografía del modelo deseado junto con sus medidas. El desafío que enfrentar es determinar cuánta tela se necesita para fabricar cada tapabocas de manera precisa y eficiente.

Preguntas:

- ¿Cómo pueden modelar matemáticamente la forma del tapabocas a partir de la imagen?
- ¿Qué herramientas podrían utilizar para calcular el área de tela necesaria?
- ¿Cómo podrían optimizar el uso del material para minimizar el desperdicio?

Ejemplo 2. Producción de tapabocas. Mejorar redacción situación problemática

2. Creación de diversas situaciones problemáticas a partir de la misma fotografía

En los Ejemplos 3, 4 y 5 (Producción de tapabocas), se exploró la creación de múltiples situaciones problemáticas a partir de una misma fotografía. Por ejemplo, con la imagen de una persona con tapabocas, se plantearon preguntas relacionadas con proporciones, geometría y optimización de materiales. Esta diversidad de problemas no solo enriquece el aprendizaje, sino que también permite trabajar distintos conceptos matemáticos y científicos desde una misma imagen, fomentando la creatividad y el pensamiento crítico.

con la misma fotografía de una persona con tapabocas, ¿que otra situación problemática se podría plantear?

Aquí tienes algunas ideas de situaciones problemáticas que podrían plantearse con la misma fotografía de una persona con tapabocas:

1 Ajuste y Comodidad del Tapabocas

Situación problemática:

Un grupo de diseñadores está desarrollando un nuevo modelo de tapabocas ergonómico que se adapta mejor a diferentes tipos de rostros. Para ello, necesitan analizar cómo se ajusta el tapabocas a la cara de una persona, considerando medidas como el ancho, la altura y la curvatura del material.

Preguntas:

- ¿Cómo se podría modelar matemáticamente la forma del tapabocas para optimizar su ajuste?
- ¿Qué tipo de funciones o ecuaciones podrían representar mejor su curvatura?
- ¿Cómo podrían ajustar el diseño para diferentes tamaños de rostro?

Ejemplo 3. Producción de tapabocas. Creación de diversas situaciones problemática

2 Eficiencia del Filtrado y Seguridad

Situación problemática:

En tiempos de pandemia, la efectividad de un tapabocas depende de su ajuste y del material utilizado. Un grupo de investigadores quiere analizar si el diseño de un tapabocas visto en una fotografía es realmente eficiente para filtrar partículas del aire.

Preguntas:

- ¿Qué factores influyen en la eficacia del tapabocas más allá de su forma?
- ¿Cómo se podría analizar la relación entre el tamaño de los poros del material y su capacidad de filtrado?
- ¿Qué mediciones se podrían realizar para evaluar su efectividad en comparación con otros modelos?

Ejemplo 4. Producción de tapabocas. Creación de diversas situaciones problemática

3 Impacto Ambiental del Uso de Tapabocas

Situación problemática:

Cada día se desechan millones de tapabocas desechables, generando un impacto ambiental significativo. Un grupo de estudiantes quiere cuántos análisis tapabocas se utilizan en su comunidad y estimar el impacto en términos de residuos generados.

Preguntas:

- ¿Cómo se podría calcular la cantidad de residuos generados por el uso de tapabocas en un mes?
- ¿Cuánta tela se necesitaría si en lugar de tapabocas desechables se usaran reutilizables?
- ¿Qué alternativas sostenibles podrían implementarse para reducir la contaminación?

Ejemplo 5. Producción de tapabocas. Creación de diversas situaciones problemática

3. Auxilio de pistas para resolver situaciones problemáticas

En los Ejemplos 6, 7 y 8 (Producción de tapabocas), se solicitó el auxilio de pistas para resolver situaciones problemáticas. Estas pistas, generadas mediante IA, orientaron a los participantes en la identificación de variables, la formulación de hipótesis y la aplicación de conceptos matemáticos. Como señala OpenAI (2025), "todas estas situaciones problemáticas pueden abordarse con la ayuda de GeoGebra y la fotografía". GeoGebra, en combinación con la imagen, permite visualizar, modelar y analizar las situaciones de manera interactiva, facilitando la resolución de problemas y la comprensión de conceptos abstractos.

1 Ajuste y Comodidad del Tapabocas

📌 Uso de GeoGebra:

- Se puede importar la fotografía en GeoGebra y superponer una cuadrícula para medir las dimensiones de los tapabocas.
- Se pueden modelar las curvas del tapabocas con funciones cuadráticas, exponenciales o spline para representar su forma.
- Se pueden realizar transformaciones geométricas (escalado, simetría) para adaptar el diseño a diferentes tamaños de rostro.

📌 Solución:

- Se puede calcular la distancia entre puntos clave (nariz, mejillas, barbilla) para evaluar el ajuste.
- Se pueden definir ecuaciones para optimizar el diseño en función de la ergonomía.

Ejemplo 6. Producción de tapabocas. Ayuda para resolver situaciones problemática

2 Eficiencia del Filtrado y Seguridad

🚩 Uso de GeoGebra:

- Se puede modelar la malla del tapabocas representando los poros como figuras geométricas (círculos, hexágonos, etc.).
- Se pueden calcular áreas de los poros y comparar con el tamaño de las partículas que deben filtrar.
- Se pueden realizar simulaciones con densidad de puntos para estimar la cantidad de aire filtrado.

🚩 Solución:

- Se puede estimar qué porcentaje del tapabocas es "abierto" (poros) y cuánto es material sólido.
- Se pueden analizar diferentes materiales y comparar su eficiencia en función de su diseño geométrico.

Ejemplo 7. Producción de tapabocas. Ayuda para resolver situaciones problemáticas

3 Impacto Ambiental del Uso de Tapabocas

🚩 Uso de GeoGebra:

- Se pueden representar datos de consumo de tapabocas en gráficos de barras o funciones de crecimiento.
- Se pueden modelar cálculos de residuos acumulados a lo largo del tiempo con funciones lineales o exponenciales.
- Se puede diseñar un modelo geométrico de tapabocas reutilizable y calcular la cantidad de tela necesaria.

🚩 Solución:

- Se pueden hacer estimaciones de reducción de residuos si se usan tapabocas de tela en lugar de desechables.
- Se puede calcular la cantidad de material necesario para fabricar tapabocas reutilizables de diferentes tamaños.

Ejemplo 8. Producción de tapabocas. Ayuda para resolver situaciones problemática

GeoGebra, en combinación con la foto, permite visualizar, modelar y analizar las situaciones matemáticamente.

Estos ejemplos demuestran cómo la integración de modelos de lenguaje como GPT-4 en FotoGebra puede potenciar la creación y resolución de problemas matemáticos. La mejora en la redacción, la diversidad de situaciones problemáticas y el auxilio de pistas no solo enriquecen la experiencia de los participantes, sino que también fomentan el aprendizaje significativo y la conexión entre las Matemáticas y el mundo real. GeoGebra, como herramienta central, complementa este proceso al permitir la visualización y modelización de las situaciones, consolidándose como un recurso indispensable en la Educación Matemática contemporánea.

Beneficios para el aprendizaje matemático

La integración de IA en FotoGebra puede fomentar habilidades clave en los estudiantes. Según Kaput (1998), "la visualización matemática es una poderosa herramienta para comprender

conceptos abstractos y resolver problemas complejos" (p. 34). Al combinar IA generativa con Fotogebra, los estudiantes pueden interactuar con problemas que son visualmente atractivos y conceptualmente desafiantes. Además, la personalización de problemas mediante IA puede mejorar la motivación. Como afirma Ryan y Deci (2000), "la autonomía y la relevancia personal son factores críticos para mantener la motivación intrínseca en el aprendizaje" (p. 68). Finalmente, la IA puede fomentar el pensamiento crítico al presentar problemas que requieren interpretación y análisis, tal como lo sugiere Polya (1945) en su enfoque de resolución de problemas.

Desafíos y consideraciones éticas

A pesar de sus beneficios, la integración de IA en educación no está exenta de desafíos. Como advierte Selwyn (2020), "la IA puede perpetuar sesgos existentes si no se diseña con cuidado, lo que podría afectar la equidad en el acceso y la calidad del aprendizaje" (p. 45). Además, la precisión de los modelos de IA en la generación de problemas matemáticos puede ser limitada. Según Bender et al. (2021), "los modelos de lenguaje pueden generar contenido que parece coherente pero que carece de precisión matemática o lógica" (p. 12). Por otro lado, es fundamental considerar la autoría de los problemas generados por IA y garantizar que los docentes mantengan un papel central en el proceso educativo. Como señala Williamson (2017), "la IA debe ser una herramienta complementaria, no un reemplazo del juicio humano en la educación" (p. 89).

Conclusiones y perspectivas futuras

La integración de IA en Fotogebra representa una oportunidad única para innovar en la Educación Matemática. Como concluye Noss y Hoyles (1996), "la tecnología no solo cambia lo que enseñamos, sino también cómo lo enseñamos y cómo los estudiantes lo aprenden" (p. 56). Futuras investigaciones podrían explorar el impacto de esta integración en el rendimiento y la motivación de los estudiantes, así como desarrollar marcos éticos para el uso de IA en concursos educativos. Además, es crucial involucrar a los docentes en este proceso, ya que, como afirma Mishra y Koehler (2006), "la tecnología solo es efectiva cuando los docentes la integran de manera pedagógicamente significativa" (p. 1018).

Referencias y bibliografía

- Bender, E. M., Gebru, T., McMillan-Major, A., & Shmitchell, S. (2021). On the dangers of stochastic parrots: Can language models be too big?. *Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*.
- Brown, T., Mann, B., Ryder, N., et al. (2020). *Language models are few-shot learners*. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 33.
- Drijvers, P. (2015). *Digital technology in mathematics education: Why it works (or doesn't)*. Springer.
- Hohenwarter, M., & Jones, K. (2007). GeoGebra: A software for teaching and learning mathematics. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 12(2), 1-14.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education*. Center for Curriculum Redesign.
- Kaput, J. J. (1998). Representations, inscriptions, descriptions and learning: A kaleidoscope of windows. *Journal of Mathematical Behavior*, 17(2), 33-45.
- Lavicza, Z. (2010). Integrating GeoGebra into IMO-level mathematics teaching. *Teaching Mathematics and Computer Science*, 8(1), 77-90.

- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Noss, R., & Hoyles, C. (1996). *Windows on mathematical meanings: Learning cultures and computers*. Kluwer Academic Publishers.
- OpenAI, 2025. ChatGPT <https://chatgpt.com/>
- Polya, G. (1945). *How to solve it*. Princeton University Press.
- Ramesh, A., Pavlov, M., Goh, G., et al. (2021). Zero-shot text-to-image generation. *Proceedings of the 38th International Conference on Machine Learning*.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68-78.
- Schoenfeld, A. H. (2016). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense-making in mathematics. *Journal of Education*, 196(2), 1-38.
- Selwyn, N. (2020). *Should robots replace teachers? AI and the future of education*. Polity Press.
- Williamson, B. (2017). *Big data in education: The digital future of learning, policy and practice*. SAGE Publications.