



Explorando la geometría con GeoGebra e inteligencia artificial: Un enfoque innovador para la Educación primaria

Marco **Gutiérrez** Montenegro
Escuela de Matemática, Tecnológico de Costa Rica
Costa Rica
vgutierrez@itcr.ac.cr

Resumen

La integración de tecnologías digitales en la enseñanza de la geometría en educación primaria mejora la comprensión de conceptos espaciales y fomenta el aprendizaje exploratorio. Este taller tiene como objetivo capacitar a docentes en el uso de GeoGebra con inteligencia artificial para diseñar actividades interactivas que potencien la enseñanza de la geometría. La metodología utilizada es práctica y participativa, estructurada en tres fases: exploración inicial, diseño de actividades y reflexión pedagógica. Se emplea GeoGebra con IA para generar construcciones dinámicas, reconocer trazos y analizar propiedades geométricas. Como resultado, los docentes adquieren herramientas para optimizar la enseñanza de la geometría mediante recursos tecnológicos accesibles y efectivos. Se concluye que la inteligencia artificial en GeoGebra facilita la experimentación, el aprendizaje autónomo y el pensamiento crítico en los estudiantes de educación primaria.

Palabras clave: Educación primaria; GeoGebra; Geometría; Inteligencia artificial; Tecnologías digitales.

Introducción

La enseñanza de la geometría en la educación primaria es fundamental para el desarrollo del pensamiento matemático y espacial de los estudiantes. Sin embargo, los enfoques tradicionales presentan desafíos en cuanto a la visualización y exploración dinámica de conceptos geométricos. La incorporación de tecnologías digitales en el aula ha demostrado ser una estrategia efectiva para mejorar la comprensión y la interacción con los objetos geométricos (Clements & Sarama, 2020).

En este contexto, GeoGebra se ha consolidado como una herramienta tecnológica clave en la enseñanza de la matemática, permitiendo a los docentes y estudiantes experimentar con

construcciones dinámicas. Con la reciente integración de inteligencia artificial (IA), GeoGebra facilita el reconocimiento de trazos, la generación automática de figuras y el análisis en tiempo real de propiedades geométricas, promoviendo un aprendizaje más autónomo y exploratorio (GeoGebra, 2023).

De esta manera, se busca impactar positivamente en la práctica pedagógica y mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. A través de un enfoque práctico y participativo, se explorarán estrategias innovadoras que potencien la enseñanza de la geometría mediante recursos digitales accesibles y efectivos. De esta manera, se busca fortalecer las competencias docentes en el uso de tecnologías emergentes y mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes.

GeoGebra con inteligencia artificial en la enseñanza de la geometría y su relevancia en la Educación primaria

La geometría es una de las ramas fundamentales de la matemática y desempeña un papel crucial en el desarrollo del pensamiento lógico, la visualización espacial y la resolución de problemas en los estudiantes de educación primaria. Su enseñanza ha evolucionado con el uso de herramientas digitales, y en la actualidad, la inteligencia artificial (IA) está comenzando a integrarse en software educativo como GeoGebra, ofreciendo nuevas oportunidades para el aprendizaje personalizado y la exploración interactiva.

Desde un punto de vista conceptual, la inteligencia artificial aplicada a la enseñanza de la geometría permite a los docentes y estudiantes acceder a funciones avanzadas como la resolución automatizada de problemas, la identificación de patrones geométricos y la generación de construcciones dinámicas basadas en comandos y reconocimiento visual. Estas características permiten que los estudiantes no solo comprendan conceptos geométricos de manera más profunda, sino que también desarrollen habilidades metacognitivas y de pensamiento computacional.

En este sentido, la IA en herramientas como GeoGebra permite:

- Automatizar la creación y manipulación de figuras geométricas.
- Brindar retroalimentación inmediata sobre construcciones y cálculos.
- Adaptar las actividades al nivel de aprendizaje de cada estudiante.
- Facilitar la interacción con problemas geométricos de manera intuitiva.

Dado que los enfoques tradicionales de enseñanza de la geometría a menudo dependen de la memorización de definiciones y procedimientos, la integración de tecnologías digitales con IA promueve un aprendizaje basado en la experimentación, la visualización y la indagación.

Desde una perspectiva educativa, las tecnologías digitales han demostrado ser herramientas clave para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la geometría en educación primaria. GeoGebra, un software de geometría dinámica ampliamente utilizado, ofrece a los docentes una plataforma interactiva para diseñar experiencias de aprendizaje enriquecedoras. Al incorporar inteligencia artificial, GeoGebra se convierte en un recurso aún más potente para personalizar la enseñanza y facilitar la exploración de conceptos geométricos.

Beneficios de usar GeoGebra con IA en educación primaria:

1. Aprendizaje visual e interactivo: Los estudiantes pueden manipular figuras y observar cambios en tiempo real, lo que les permite comprender propiedades geométricas de manera intuitiva.
2. Desarrollo del pensamiento espacial: La IA permite a los estudiantes explorar relaciones espaciales mediante construcciones dinámicas que responden a sus acciones.
3. Retroalimentación inmediata y adaptativa: La IA en GeoGebra puede detectar errores en las construcciones geométricas y proporcionar sugerencias para mejorar la comprensión.
4. Enfoque en resolución de problemas: Los estudiantes pueden plantear hipótesis, probar diferentes construcciones y recibir orientación en la exploración de soluciones.
5. Accesibilidad y equidad: La enseñanza asistida por IA permite diseñar actividades personalizadas para estudiantes con diferentes niveles de habilidad, promoviendo la inclusión educativa.

La enseñanza de la geometría en educación primaria a menudo se ve limitada por el uso de materiales estáticos y métodos tradicionales de instrucción. La integración de herramientas digitales con IA facilita la transición *hacia un enfoque de aprendizaje basado en la experimentación*, donde los estudiantes pueden construir, manipular y analizar figuras geométricas de manera activa.

En la comunidad de educación matemática, la investigación sobre el uso de inteligencia artificial en la enseñanza de la geometría está en auge. Estudios recientes han demostrado que la incorporación de IA en plataformas digitales puede mejorar significativamente la comprensión conceptual y la capacidad de resolución de problemas de los estudiantes (Breda et al., 2020; Clements & Sarama, 2011).

En particular, se han identificado tres líneas principales de investigación en el uso de IA y tecnologías digitales en la enseñanza de la geometría:

1. El impacto de la geometría dinámica en la educación matemática: Investigaciones han demostrado que el uso de software como GeoGebra ayuda a los estudiantes a visualizar y comprender conceptos geométricos de manera más efectiva que los métodos tradicionales (Laborde, 2015).
2. La inteligencia artificial en el aprendizaje adaptativo: La IA permite generar modelos de aprendizaje personalizados basados en el desempeño de los estudiantes, lo que facilita la enseñanza de la geometría según las necesidades individuales (Holmes et al., 2019).
3. La integración de herramientas digitales en la formación docente: Se ha identificado la necesidad de capacitar a los docentes en el uso de tecnologías avanzadas para mejorar la enseñanza de la geometría y optimizar el aprendizaje de los estudiantes (Chatterjee & Bhattacharjee, 2021).

Estas investigaciones respaldan la importancia de diseñar estrategias didácticas que incorporen tecnologías emergentes en el aula, especialmente en la enseñanza de la geometría en educación primaria.

El objetivo del taller es capacitar a los docentes en el uso de GeoGebra con inteligencia artificial para diseñar actividades interactivas de geometría en educación primaria. Esta propuesta es relevante porque responde a la necesidad de integrar tecnologías emergentes en la educación matemática, promoviendo un enfoque de enseñanza basado en la exploración y la experimentación.

Pertinencia del objetivo:

- **Innovación en la enseñanza:** Introducir inteligencia artificial en GeoGebra permite transformar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la geometría, pasando de una metodología tradicional a un enfoque dinámico y exploratorio.
- **Desarrollo de competencias digitales:** El taller contribuye a la formación de docentes en el uso de herramientas tecnológicas avanzadas, alineadas con las tendencias educativas actuales.
- **Personalización del aprendizaje:** La IA en GeoGebra facilita la creación de actividades adaptativas, permitiendo que cada estudiante aprenda a su propio ritmo.
- **Impacto en el aprendizaje:** Diversos estudios han demostrado que el uso de tecnologías digitales en la enseñanza de la geometría mejora la comprensión conceptual y el pensamiento matemático de los estudiantes (Breda et al., 2020; Holmes et al., 2019).

Esta propuesta busca fortalecer la enseñanza de la geometría en educación primaria mediante la incorporación de inteligencia artificial en GeoGebra, brindando a los docentes herramientas y estrategias que optimicen el aprendizaje de los estudiantes y fomenten el desarrollo del pensamiento geométrico.

Marco referencial

Esta propuesta se fundamenta en un enfoque innovador que combina la enseñanza de la geometría en educación primaria con GeoGebra y herramientas de inteligencia artificial (IA). Para garantizar un desarrollo estructurado y significativo, se presentan a continuación los elementos teóricos, conceptuales y metodológicos que serán abordados en la capacitación.

Fundamentos de la Enseñanza de la Geometría en Educación Primaria

La geometría es un componente esencial del currículo de educación primaria, ya que permite desarrollar habilidades cognitivas clave, como el pensamiento espacial, la visualización geométrica y la capacidad de razonamiento matemático. Según Van Hiele (1986), el aprendizaje de la geometría ocurre en niveles progresivos, donde los estudiantes avanzan desde el reconocimiento visual de figuras hasta el razonamiento deductivo.

Los enfoques tradicionales de enseñanza a menudo se centran en la memorización de definiciones y fórmulas, lo que limita la comprensión conceptual. En contraste, el uso de tecnologías digitales permite adoptar metodologías activas, en las que los estudiantes pueden explorar conceptos geométricos mediante la manipulación directa de figuras y objetos virtuales.

Integración de la Inteligencia Artificial en la Educación Matemática

La inteligencia artificial está transformando la educación matemática al proporcionar herramientas capaces de:

- Analizar patrones en las respuestas de los estudiantes.
- Proporcionar retroalimentación automática en tiempo real.
- Personalizar la enseñanza según el ritmo de aprendizaje de cada estudiante.

La IA en GeoGebra permite mejorar la enseñanza de la geometría al automatizar ciertos procesos de construcción, generar sugerencias inteligentes y ofrecer representaciones dinámicas adaptadas a las necesidades de los estudiantes. Investigaciones recientes (Breda et al., 2020) han demostrado que la combinación de IA y software de geometría dinámica mejora la motivación y el desempeño en la resolución de problemas espaciales.

Esta propuesta se basa en tres conceptos fundamentales que guiarán el diseño de actividades y su aplicación en el aula:

Aprendizaje Basado en la Exploración

El aprendizaje de la geometría debe ser una experiencia activa, donde los estudiantes construyan su propio conocimiento a través de la manipulación y experimentación con objetos geométricos. GeoGebra con IA facilita este proceso al permitir a los estudiantes interactuar con figuras dinámicas y observar cómo cambian en respuesta a diferentes parámetros.

Representación dinámica y pensamiento espacial

El desarrollo del pensamiento espacial es crucial en la educación primaria, ya que permite a los estudiantes comprender las relaciones geométricas de manera intuitiva. GeoGebra proporciona representaciones dinámicas que fortalecen esta habilidad, permitiendo visualizar la transformación de figuras y comprender sus propiedades.

Personalización del aprendizaje con inteligencia artificial

Cada persona tiene un ritmo de aprendizaje diferente. La inteligencia artificial en GeoGebra facilita la adaptación del contenido según las necesidades individuales, proporcionando retroalimentación en tiempo real y ofreciendo actividades progresivas según el nivel de dominio del estudiante.

Para lograr una enseñanza efectiva de la geometría con GeoGebra e IA, el taller se estructurará en dos fases metodológicas:

Diseño de actividades con GeoGebra e IA

- Creación de actividades interactivas para la enseñanza de conceptos geométricos como simetría, traslaciones y rotaciones.
- Implementación de algoritmos básicos de IA en GeoGebra para la generación automática de problemas geométricos.
- Exploración de herramientas de retroalimentación automática para mejorar el aprendizaje.

Aplicación en el Aula y Evaluación del Aprendizaje

- Estrategias para la integración de las actividades en el currículo escolar.
- Evaluación del impacto del uso de GeoGebra e IA en la enseñanza de la geometría.
- Reflexión sobre los beneficios y desafíos de la implementación en el aula.

Metodología para desarrollar el taller

El taller se estructurará en tres enfoques metodológicos clave

:

Trabajo en Grupos Colaborativos

Los participantes trabajarán en grupos pequeños para diseñar y probar actividades didácticas con GeoGebra e IA. Esta metodología fomenta el intercambio de experiencias, la construcción colectiva del conocimiento y la aplicación de estrategias innovadoras en la enseñanza de la geometría.

Esto se justifica por las siguientes razones:

- Permite la interacción y la co-creación de recursos didácticos.
- Favorece la integración de diferentes perspectivas en el diseño de actividades.
- Posibilita el aprendizaje entre pares y la construcción colaborativa del conocimiento.

Demostración y Exploración Guiada

Se realizarán demostraciones en vivo sobre el uso de GeoGebra con IA en la enseñanza de la geometría. Los participantes seguirán instrucciones prácticas para explorar herramientas específicas y desarrollar actividades con base en la experimentación y la manipulación de figuras geométricas dinámicas.

Esto se justifica por las siguientes razones:

- Brinda una experiencia práctica de aprendizaje basada en la exploración.
- Permite visualizar y comprender mejor el impacto de la IA en la enseñanza de la geometría.
- Ayuda a que los docentes se familiaricen con el software.

Reflexión y Discusión en Plenaria

El taller incluirá espacios de reflexión donde los participantes compartirán sus experiencias, discutirán los desafíos y ventajas del uso de GeoGebra con IA en educación primaria y explorarán posibles aplicaciones en sus contextos educativos.

Esto se justifica por las siguientes razones:

- Permite consolidar los aprendizajes a través del diálogo y el análisis.
- Ayuda a identificar posibles obstáculos y soluciones en la implementación del software en el aula.
- Fomenta la toma de decisiones informadas sobre el uso de IA en la enseñanza de la geometría.

Agenda general del taller

El taller se desarrollará en tres fases, con una duración de 1 hora y 50 minutos distribuidos de la siguiente manera:

Fase	Duración	Actividades principales
Introducción y fundamentos teóricos	20 min	Presentación del taller y objetivos. Explicación teórica sobre la enseñanza de la geometría y la integración de IA en educación matemática.
Experimentación y diseño de actividades	60 min	Exploración guiada del software GeoGebra con IA. Trabajo en grupos para diseñar actividades interactivas de geometría. Implementación de estrategias de personalización con IA.
Socialización, evaluación y aplicación en el aula	30 min	Presentación de los diseños creados por los grupos. Discusión y análisis de los desafíos y ventajas de la implementación. Estrategias para integrar GeoGebra con IA en la planificación docente. Reflexión final y cierre del taller.

La combinación de trabajo en grupos, demostración guiada y reflexión en plenaria garantiza un taller dinámico, donde los participantes no solo recibirán conocimientos teóricos, sino que también experimentarán con herramientas digitales, colaborarán en la creación de actividades innovadoras y reflexionarán sobre su aplicación en la enseñanza de la geometría en educación primaria.

Referencias

- Breda, A., dos Santos, S. P., & Baldin, Y. Y. (2020). *Artificial Intelligence and Mathematics Education: A New Frontier for Learning*. Springer.
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2011). *Early Childhood Mathematics Education Research: Learning Trajectories for Young Children*. Routledge.
- Chatterjee, A., & Bhattacharjee, B. (2021). *The Role of Digital Technologies in Mathematics Teacher Education: A Systematic Review*. International Journal of Educational Technology, **38**(2), 245-263.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning*. Center for Curriculum Redesign.
- Jones, K. (2002). *Issues in the Teaching and Learning of Geometry*. En L. Haggarty (Ed.), *Aspects of Teaching Secondary Mathematics: Perspectives on Practice* (pp. 121-139). Routledge.
- Laborde, C. (2015). *Teaching and Learning Geometry: Problems and Prospects*. En S. Cho (Ed.), *The Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education* (pp. 521-545). Springer.
- Van Hiele, P. M. (1986). *Structure and Insight: A Theory of Mathematics Education*. Academic Press.