

GEOGEBRA COMO HERRAMIENTA DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA ENSEÑANZA DE CIENCIAS EXACTAS PARA CARRERAS TÉCNICAS

Geogebra as a Digital Transformation Tool for Teaching Exact Sciences in Technical Degree Programs

Johnny Javier Triviño Sanchez ¹ 

¹Instituto Superior Universitario Bolivariano de Tecnología (ITB)

¹jjtrivino2@itb.edu.ec

RESUMEN

La transformación digital en la educación superior técnica demanda estrategias pedagógicas que permitan hacer más comprensibles los contenidos de Ciencias Exactas y relacionarlos con situaciones propias de la formación tecnológica. Esta ponencia examina el potencial de GeoGebra como entorno de visualización dinámica para apoyar la enseñanza de Fundamentos de Matemática, Análisis Matemático y Física I en carreras técnicas. El estudio se desarrolló mediante una revisión documental de carácter analítico, centrada en investigaciones recientes sobre visualización matemática, aprendizaje activo, educación STEM y tecnologías digitales en educación superior. A partir de esa base, se argumenta que el uso de recursos interactivos favorece tres procesos clave: la comprensión de ideas abstractas, la articulación entre distintas formas de representación y la contextualización técnica de los contenidos. Como apoyo a esa argumentación, se presentan ejemplos de demostración enfocados en el análisis de la recta tangente, la descomposición vectorial y la modelación lineal asociada a la ley de Ohm. Estos ejemplos muestran que la herramienta resulta especialmente útil cuando se integra a secuencias de clase orientadas a interpretar, comparar, explicar y transferir conceptos, y no solo a observar gráficas. Se concluye que su valor pedagógico en la educación superior técnica radica en convertir el aula en un espacio de exploración guiada, donde los estudiantes puedan relacionar expresiones simbólicas, comportamientos gráficos y fenómenos aplicados. En consecuencia, su incorporación constituye una alternativa viable para fortalecer la transformación digital del proceso de enseñanza aprendizaje en Ciencias Exactas.

Palabras claves:

GeoGebra, transformación digital, Ciencias Exactas, educación superior técnica, visualización dinámica, innovación didáctica, aprendizaje activo

FECHA DE RECEPCIÓN:

04 de julio de 2025

FECHA DE ACEPTACIÓN:

17 de noviembre de 2025

FECHA DE PUBLICACIÓN:

17 de noviembre de 2025



ABSTRACT

Digital transformation has positioned artificial intelligence (AI) and data analytics as key tools for optimizing corporate financial management, although the existing literature lacks a conceptual integration that links these technologies with information quality and strategic decision-making. This study analyzes the scientific literature on the application of AI and data analytics in corporate financial decision-making, proposing a conceptual model that integrates the fundamental variables of the process. Through a systematic review following the PRISMA guidelines, specialized academic databases (2010-2024) were consulted, initially identifying 120 articles, of which 30 were selected after applying inclusion, exclusion, and methodological quality assessment criteria. The evidence indicates that AI and data analytics have a positive impact on financial analysis capabilities and information quality, variables that act as mediators to optimize decision-making and organizational performance. Based on these findings, a conceptual model is proposed that integrates six variables: artificial intelligence, data analytics, financial analysis capabilities, information quality, financial decision-making, and organizational performance. The study provides an updated synthesis of knowledge and an integrative theoretical framework for future empirical research, aligning with the technological innovation and sustainable business management themes of the congress.

Keywords:

artificial intelligence; data analytics; financial decision-making; systematic review; conceptual model; business management.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las Ciencias Exactas en educación superior técnica plantea un desafío permanente: traducir conceptos abstractos en experiencias de aprendizaje comprensibles, aplicables y coherentes con los contextos profesionales de los estudiantes. Aunque asignaturas como Matemática y Física aportan fundamentos indispensables para la formación tecnológica, no siempre logran ser percibidas por el estudiantado como saberes cercanos a su realidad académica y ocupacional.

Este problema se acentúa cuando los contenidos se presentan únicamente desde procedimientos simbólicos, sin mediaciones visuales ni oportunidades de exploración. En esos casos, el estudiante puede repetir algoritmos o fórmulas, pero presentar dificultades para interpretar el significado de una gráfica, comprender una tasa de cambio o relacionar una ecuación con un fenómeno físico. Frente a ello, la transformación digital del aula cobra sentido cuando incorpora recursos que modifican de manera efectiva la experiencia de aprendizaje.

Desde esta perspectiva, la presente ponencia propone una reflexión académica sobre el valor de GeoGebra como entorno interactivo para apoyar la enseñanza de las Ciencias Exactas en carreras técnicas. Su interés pedagógico se comprende mejor cuando se reconoce su capacidad para integrar geometría, álgebra, cálculo, estadística y modelación en un mismo ambiente de trabajo, aspecto destacado desde los primeros desarrollos del software y posteriormente profundizado en estudios sobre visualización dinámica y educación STEM (Hohenwarter & Jones, 2007; Ziatdinov & Valles, 2022).

DESARROLLO

1. Ruta metodológica de la ponencia

El texto se construyó a partir de una revisión documental de enfoque analítico-interpretativo. Para ello se seleccionaron estudios científicos y documentos académicos relacionados con transformación digital en educación superior,

visualización dinámica, enseñanza de las matemáticas, enseñanza de la física y educación STEM mediada por tecnologías interactivas.

Se priorizaron fuentes con arbitraje académico, acceso verificable y pertinencia para contextos de formación universitaria y técnica. La información recuperada fue organizada en tres categorías: comprensión conceptual, articulación entre representaciones y posibilidades de contextualización para la enseñanza de contenidos aplicados. Esta organización permitió distinguir trabajos de síntesis, estudios orientados a matemáticas universitarias e investigaciones con proyección hacia la física y la integración STEM, con el fin de sostener una argumentación más amplia y equilibrada (Juandi et al., 2021; Solvang & Haglund, 2021; Owusu et al., 2023).

En consecuencia, esta ponencia no reporta un experimento puntual de aula, sino una argumentación académica sustentada en investigaciones recientes y orientada a mostrar por qué este tipo de recurso resulta pertinente en asignaturas de base científica dentro de carreras técnicas.

2. Transformación digital y comprensión de contenidos abstractos

La transformación digital de la educación superior no se limita al uso de plataformas o dispositivos. Implica, sobre todo, una reconfiguración de las formas de enseñar, aprender e interactuar con el conocimiento. En educación superior, este proceso ha sido asociado con la construcción de espacios digitales de aprendizaje más flexibles, activos y centrados en la interacción entre recursos, docentes y estudiantes (Bygstad et al., 2022; Røe et al., 2022).

En el campo de las Ciencias Exactas, esta discusión tiene especial importancia. Numerosos estudiantes logran resolver ejercicios de manera mecánica y, sin embargo, encuentran dificultades cuando deben interpretar una gráfica, explicar una variación o vincular un resultado con un fenómeno observable. La visualización dinámica ofrece una respuesta pedagógica

valiosa porque permite representar simultáneamente objetos, relaciones, parámetros y transformaciones (Zhang et al., 2023). Además, desde una mirada más fundacional, la potencia de este tipo de entorno radica en enlazar registros algebraicos y geométricos dentro de una misma actividad de aprendizaje (Hohenwarter & Jones, 2007).

En lugar de recibir el contenido como un producto cerrado, el estudiante puede explorar cambios, observar comportamientos y contrastar resultados. Este desplazamiento metodológico resulta especialmente útil en educación superior técnica, donde el aprendizaje requiere conectar con situaciones aplicadas y no quedarse únicamente en la abstracción formal.

Tabla 1
Aportes identificados en investigaciones recientes

Fuente	Campo	Hallazgo central	Valor para la ponencia
Juandi et al. (2021)	Matemática	El aprendizaje asistido por GeoGebra muestra efectos positivos en diversas habilidades matemáticas.	Sustenta su pertinencia como apoyo didáctico planificado.
Bedada y Machaba (2022)	Cálculo	Se reportan mejoras en la comprensión de contenidos de cálculo.	Respalda su uso en derivadas, cambio y comportamiento funcional.
Solvang y Haglund (2021)	Física	Las simulaciones dinámicas contribuyen a relacionar ecuaciones y fenómenos.	Aporta fundamento para ejemplos en Física I.
Ziatdinov y Valles (2022)	STEM	La combinación de modelación, visualización y programación fortalece el aprendizaje.	Justifica su valor interdisciplinar en contextos técnicos.

Nota. Elaboración propia a partir de investigaciones revisadas.

3. Representación múltiple y aprendizaje con sentido

Uno de los aspectos más valiosos del entorno interactivo analizado es su capacidad para articular diversas formas de representación en una misma experiencia: expresión algebraica, objeto geométrico, gráfico cartesiano, tabla de valores y manipulación de parámetros. Esta convergencia resulta decisiva para la comprensión, porque permite que el estudiante no vea cada registro como información aislada, sino como diferentes maneras de leer un mismo fenómeno. Tal articulación ha sido señalada como una de las fortalezas más consistentes del recurso en la enseñanza de contenidos matemáticos y modelación (Hohenwarter & Jones, 2007; Ziatdinov & Valles, 2022).

Juandi et al. (2021) muestran, mediante un metaanálisis, que el aprendizaje asistido por este software presenta efectos favorables en comparación con enfoques tradicionales. De forma complementaria, Bedada y Machaba (2022) documentan avances en el estudio del cálculo cuando las actividades promueven exploración y comprensión, más allá de la repetición de procedimientos. En el nivel universitario, Owusu et al. (2023) también identifican mejoras en la comprensión de coordenadas polares, lo que refuerza la pertinencia de esta clase de entorno para contenidos donde la lectura espacial y gráfica suele presentar dificultades.

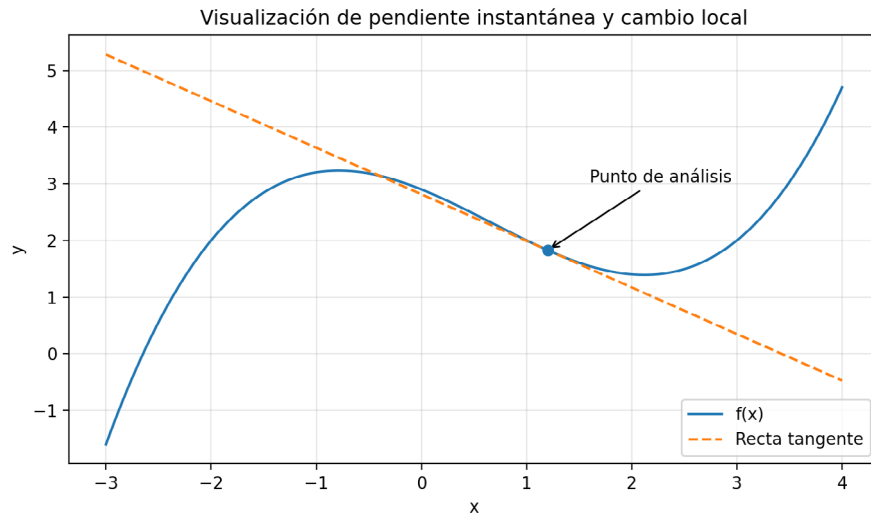
En contenidos como funciones, límites, derivadas y vectores, la posibilidad de modificar puntos, pendientes, ángulos o escalas ayuda a comprender relaciones que en el tablero suelen percibirse como estáticas. Por ello, la herramienta adquiere valor no por su novedad tecnológica, sino porque hace visibles procesos que antes permanecían implícitos en la notación simbólica. En física, esta misma lógica favorece el paso entre ecuaciones, trayectorias y comportamiento de magnitudes, aspecto subrayado en revisiones recientes sobre su empleo en esa disciplina (Solvang & Haglund, 2021).

4. Ejemplos demostrativos para una ponencia en Ciencias Exactas

Al tratarse de una ponencia, resulta conveniente incorporar demostraciones breves que permitan evidenciar el valor pedagógico del recurso. A continuación, se proponen tres ejemplos que pueden ser defendidos oralmente sin recargar el texto con descripciones curriculares, pero mostrando con claridad su pertinencia para la educación superior técnica.

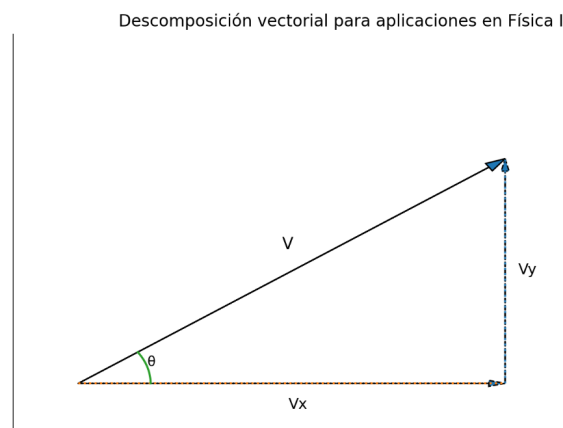
El primer ejemplo corresponde al análisis de la derivada como pendiente instantánea. La representación de una curva junto con su recta tangente en un punto facilita explicar el cambio local, la inclinación y la relación entre variación y comportamiento de la función. Esta demostración es especialmente útil para Análisis Matemático.

Figura 1
Visualización del cambio local y la recta tangente para apoyar la interpretación de la derivada



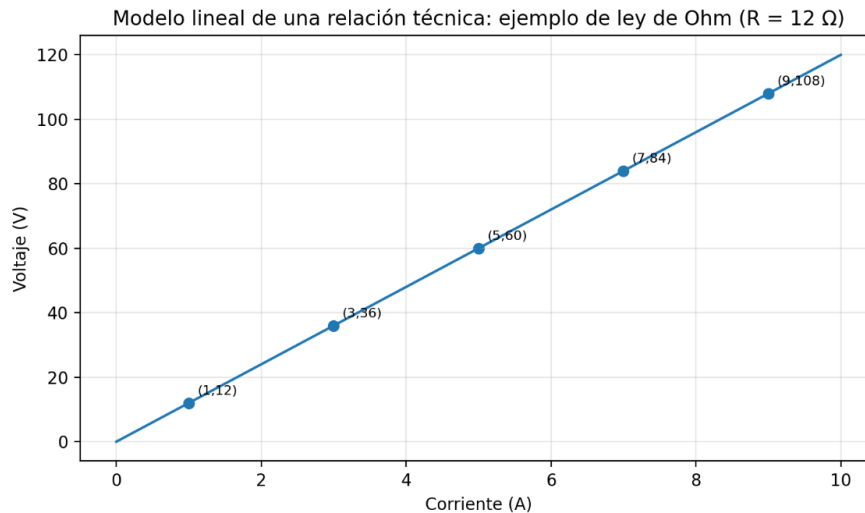
El segundo ejemplo se orienta a Física I. En la descomposición vectorial, el estudiante suele operar con seno y coseno sin comprender plenamente cómo varían las componentes cuando cambia el ángulo o la magnitud. Una representación dinámica permite observar, comparar y justificar ese comportamiento con mayor claridad.

Figura 2
Representación de un vector y sus componentes para fortalecer la interpretación geométrica y física del procedimiento



El tercer ejemplo muestra una relación lineal asociada a la ley de Ohm. En este caso, la visualización de la recta, la pendiente y la variación entre voltaje e intensidad permite presentar una situación técnica desde una lógica de modelación matemática. Esta articulación favorece la comprensión del sentido de la ecuación y su lectura gráfica.

Figura 3
Modelación lineal de la ley de Ohm como ejemplo de articulación entre fórmula, gráfica e interpretación aplicada



5. Condiciones para una integración pedagógica pertinente

La incorporación de este recurso digital es más valiosa cuando se integra a una secuencia didáctica intencionada. No basta con mostrar una construcción dinámica; es necesario plantear preguntas, orientar la observación, promover interpretación y cerrar con una aplicación o explicación por parte del estudiante. Este criterio coincide con planteamientos actuales sobre transformación digital en docencia universitaria, donde la tecnología adquiere sentido cuando se vincula con metodologías activas y participación cognitiva sostenida (Bygstad et al., 2022; Røe et al., 2022).

En este sentido, la secuencia puede iniciar con una situación problemática, continuar con una exploración guiada de parámetros o comportamientos y culminar con la resolución de una tarea de análisis. Esta lógica es coherente con lo planteado por Røe et al. (2022), quienes insisten en que la tecnología educativa produce mejores resultados cuando fortalece pedagogías activas.

Para la educación superior técnica, ello significa que la transformación digital del aula no debe entenderse como sustitución de la explicación docente, sino como enriquecimiento del proceso formativo. El valor del recurso se consolida cuando ayuda a que el estudiante observe, interprete, compare, argumente y transfiera el concepto hacia una situación de carácter aplicado.

Tabla 2
Estructura breve para una demostración didáctica en la ponencia

Momento	Acción didáctica	Ejemplo posible	Resultado esperado
Inicio	Presentar una pregunta de interpretación	¿Qué ocurre con la pendiente en un punto de la curva?	Activar interés y anticipar concepto
Exploración	Manipular parámetros y observar cambios	Mover un punto, variar ángulos o modificar escalas	Relacionar símbolos con comportamiento visible
Análisis	Solicitar explicación del fenómeno	Justificar componentes o interpretar la pendiente	Construir comprensión conceptual
Cierre	Vincular con un problema aplicado	Ley de Ohm, vectores o cambio local	Transferir el aprendizaje a un contexto técnico

6. Alcances y precauciones de la propuesta

Si bien las investigaciones revisadas permiten sostener la pertinencia de este tipo de software para la enseñanza de contenidos abstractos, también es necesario reconocer sus límites. La simple presencia de una construcción dinámica no garantiza comprensión si el estudiante asume un rol pasivo o si la actividad no exige interpretar lo que observa. Su potencial depende, en gran medida, de la calidad del diseño pedagógico, de la selección de tareas y de la capacidad del docente para convertir la exploración en argumentación y transferencia hacia problemas concretos (Røe et al., 2022; Ziatdinov & Valles, 2022).

Además, su aprovechamiento efectivo depende de condiciones concretas: acceso a equipos, tiempo de preparación docente, claridad en los resultados de aprendizaje y capacidad para diseñar tareas con sentido formativo. La herramienta funciona mejor cuando se integra como medio para pensar y explicar, y no como adorno digital de la clase.

En una ponencia de estas características, ampliar el respaldo bibliográfico no tiene solo un valor formal. También permite mostrar que la propuesta se inscribe en una discusión académica vigente sobre educación matemática, enseñanza de la física y transformación digital del aula universitaria. Esa convergencia temática fortalece la defensa del tema porque lo sitúa más allá de una experiencia aislada y lo vincula con hallazgos contrastables y de acceso verificable (GeoGebra, s. f.; Juandi et al., 2021; Zhang et al., 2023).

Por ello, la principal defensa de esta ponencia es que la transformación digital en educación superior técnica puede fortalecerse mediante intervenciones específicas, rigurosas y contextualizadas, en las que la visualización dinámica ayude a comprender mejor aquello que, en otros formatos, suele percibirse como excesivamente abstracto.

CONCLUSIONES

1. El empleo de entornos de visualización dinámica constituye una alternativa pertinente para fortalecer la transformación digital de la enseñanza de las Ciencias Exactas en educación superior técnica.
2. Su mayor aporte se encuentra en la posibilidad de articular comprensión conceptual, representación múltiple y análisis de situaciones aplicadas, especialmente en contenidos como derivadas, vectores y relaciones lineales.
3. La pertinencia pedagógica de esta propuesta depende de que el recurso se inserte en secuencias de aprendizaje intencionadas, con preguntas, exploración guiada e interpretación por parte del estudiante.

REFERENCIAS

- Bedada, T. B., & Machaba, F. M. (2022). The effect of GeoGebra on students' abilities to study calculus. *Education Research International*, 2022, 4400024. <https://doi.org/10.1155/2022/4400024>
- Bygstad, B., Øvrelid, E., Ludvigsen, S., & Dæhlen, M. (2022). From dual digitalization to digital learning space: Exploring the digital transformation of higher education. *Computers & Education*, 182, 104463. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104463>
- GeoGebra. (s. f.). About GeoGebra. <https://www.geogebra.org/about>
- Juandi, D., Kusumah, Y. S., Tamur, M., Perbowo, K. S., & Wijaya, T. T. (2021). A meta-analysis of Geogebra software decade of assisted mathematics learning: What to learn and where to go? *Heliyon*, 7(5), e06953. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06953>
- Røe, Y., Wojniusz, S., & Bjerke, A. H. (2022). The digital transformation of higher education teaching: Four pedagogical prescriptions to move active learning pedagogy forward. *Frontiers in Education*, 6, 784701. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.784701>
- Solvang, L., & Haglund, J. (2021). How can GeoGebra support physics education in upper-secondary school? A review. *Physics Education*, 56(5), 055011. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ac03fb>
- Hohenwarter, M., & Jones, K. (2007). Ways of linking geometry and algebra: The case of GeoGebra. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 27(3), 126-131. https://eprints.soton.ac.uk/50742/2/Hohenwarter_Jones_link_geom_alg_GeoGebra_2007.pdf
- Owusu, R., Bonyah, E., & Arthur, Y. D. (2023). The effect of GeoGebra on university students' understanding of polar coordinates. *Cogent Education*, 10(1), 2177050. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2177050>
- Zhang, Y., Wang, P., Jia, W., Zhang, A., & Chen, G. (2023). Dynamic visualization by GeoGebra for mathematics learning: A meta-analysis of 20 years of research. *Journal of Research on Technology in Education*, 57(4), 437-458. <https://doi.org/10.1080/15391523.2023.2250886>
- Ziatdinov, R., & Valles, J. R., Jr. (2022). Synthesis of modeling, visualization, and programming in GeoGebra as an effective approach for teaching and learning STEM topics. *Mathematics*, 10(3), 398. <https://doi.org/10.3390/math10030398>

ABSTRACT