

La visualización matemática como método en la formación del concepto integral a través de recursos educativos abiertos

Mathematical visualization as a method in the formation of the integral concept through open educational resource

Tatiana Leyva-Estrada^{1*} <https://orcid.org/0000-0003-2092-4924>

Rosa Adela González Noguera¹, <http://orcid.org/0000-0002-7332-1074>
rosygonzan@uci.cu

¹ Universidad de las Ciencias Informáticas. Habana, Cuba.

* Autor para la correspondencia. tlestrada@uci.cu

RESUMEN

La enseñanza de la disciplina de las Matemáticas, caracterizada por la abstracción de sus contenidos y la complejidad inherente al proceso de enseñanza-aprendizaje en carreras técnicas, representa un desafío significativo tanto para profesores como para estudiantes en el logro de los objetivos educativos. Entre los conceptos fundamentales para los ingenieros informáticos y carreras afines, destaca el concepto de integral, que posee un significado especial en su formación. En este trabajo, se propone la visualización matemática como un método clave para facilitar la comprensión del concepto de integral. Para ello, es necesario emplear recursos educativos en formato digital, lo que implica aprovechar las tecnologías al servicio del aprendizaje y el conocimiento para alcanzar los objetivos planteados. Estos recursos deben integrar de manera armoniosa texto, imagen, audio, animación y video, además de ser creativos, dinámicos e interactivos. Este artículo presenta una propuesta innovadora para el desarrollo del sistema de clases sobre integrales definidas, basada en el empleo de recursos digitales como los videos didácticos, los mapas conceptuales y el asistente matemática GeoGebra.

Palabras clave: Concepto de integral, visualización Matemática, recurso educativo abiertos

ABSTRACT

The teaching of the discipline of Mathematics, characterized by the abstraction of its content and the inherent complexity of the teaching-learning process in technical careers, represents a significant challenge for both teachers and students in achieving educational objectives. Among the fundamental concepts for computer engineers and related fields, the concept of the integral stands out, as it holds a special significance in their training. In this work, mathematical visualization is proposed as a key method to facilitate the understanding of the concept of the integral. To achieve this, it is necessary to use educational resources in digital format, which involves leveraging technology in the service of learning and knowledge to reach the established goals. These resources should harmoniously integrate text, image, audio, animation, and video, while also being creative, dynamic, and interactive. This article presents an innovative proposal for the development of the lesson system on definite integrals, based on the use of digital resources such as educational videos, concept maps, and the GeoGebra math assistant..

Keywords: Integral concept, Mathematical visualization, open educational resource

Recibido: 25/11/2025

Aceptado: 15/12/2025

INTRODUCCIÓN

La formación de los profesionales cubanos se redimensiona como tarea permanente que adquiere una extraordinaria significación para la sociedad. Por ello las continuas transformaciones curriculares deben responder a las necesidades que impone el desarrollo de la ciencia y la sociedad en general.

Un ejemplo es el proceso de formación de los ingenieros en ciencias informáticas que se desarrolla en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) los que tienen entre sus problemas profesionales: Contribuir a generar valor a las organizaciones desde la

transformación digital de sus procesos, con un enfoque científico y humanista de servicios a la sociedad.

En la formación de los ingenieros, desempeña un papel fundamental la disciplina Matemática, que se imparte en los primeros años de la carrera, con el objetivo de contribuir al desarrollo del pensamiento lógico de los estudiantes y dotarlos de varias herramientas que tendrán que aplicar en disciplinas como la programación y la ingeniería de software.

El contenido de la disciplina Matemática abarca las diferentes situaciones típicas de la enseñanza, entre las cuales los conceptos revisten una importancia vital para los procesos de comprensión, interpretación y aplicación. La formación de conceptos constituye una de las principales problemáticas en la enseñanza de la Matemática, en especial en el ámbito universitario.

En la matemática superior, el concepto de integral tiene una especial significación para las carreras de corte técnico. El cálculo integral es una herramienta matemática clave que permite a los ingenieros informáticos diseñar soluciones eficientes, modelar sistemas complejos y desarrollar tecnologías avanzadas. Dominarlo abre la puerta a áreas como inteligencia artificial, gráficos por computadora, criptografía, análisis de datos y mucho más.

Para lograr aplica este concepto a otras áreas del conocimiento los primero es interpretarlo, sin embargo, investigaciones actuales muestran las deficiencias que presentan los estudiantes en los primeros años de las carreras técnicas, en relación con la interpretación de los conceptos matemáticos (Villamar y Navarrete, 2023). Las consecuencias de este fenómeno se reflejan negativamente en la solución a problemas de la profesión.

Profesores e investigadores en didáctica de la matemática tienen varios retos importantes por delante para perfeccionar la metodología de la enseñanza de la matemática, indagando diferentes vías y métodos para perfeccionar el trabajo actual y lograr el cumplimiento de los objetivos y la función social de los futuros ingenieros, atemperando a los tiempos que corren en el avance de la tecnología.

Una de las vías y métodos que propone esta investigación es la visualización matemática, el cual no es un fenómeno nuevo, sus aportes se reconocen como un elemento importante del razonamiento de los estudiantes en la disciplina matemática y en especial en el proceso de resolución de problemas intra y extra matemáticos, aportando un aprendizaje significativo

(Gómez-Chacón, 2012). Además, se propone el empleo de recursos educativos digitales como apoyo a este proceso.

La presente investigación defiende la teoría de la visualización como método, ampliando la visión de la visualización hacia las conexiones entre diferentes registros matemáticos. Mediante la construcción del concepto a partir de la interacción con las diferentes representaciones del concepto matemático, cada una de estas representaciones por sí sola no determinan sus elementos en totalidad, por lo que el proceso de comprensión pasa por: la identificación, el tratamiento y la conversión de una representación a otra (Duval, 1999, 2006; Hitt, 2003).

En este sentido el nivel de integración de la tecnología en el proceso de enseñanza aprendizaje de los conceptos Matemáticos es fundamental a partir de una reorientación de la TIC como medio en el proceso de visualización de las diferentes representaciones del concepto matemático (Jurado, 2022). Donde las tecnologías para el aprendizaje y el conocimiento van más allá del empleo de las TIC enfocando la visión de estas en función del aprendizaje y la adquisición de conocimiento.

Aquí es donde la innovación, creatividad y la experiencia pedagógica de docente se impone para el desarrollo de estrategias de innovación tecnológicas con el objetivo de poner en práctica enfoques didácticos diferentes (Machado, Díaz Fernández y Granda, 2024), donde se aprenda haciendo a través de la tecnología. En este escenario los recursos educativos digitales son un medio didáctico esencial para la adquisición del conocimiento (Jurado, 2022).

Aunque es importante que el docente sea capaz de crear sus propios recursos, adaptándolo a los objetivos específicos y a los estilos de aprendizaje de los estudiantes, no es imprescindible que sea experto creando recursos, para que logre diseñar y crear escenarios y situaciones de aprendizaje apoyados en recursos educativos digitales.

La investigación defiende la premisa del uso de los recursos educativos abiertos (REA) existente en repositorios nacionales e internacionales con excelente calidad. Los REA son materiales de enseñanza en el dominio público, que han sido publicados con una licencia de propiedad intelectual que permite su utilización, adaptación y distribución gratuita (Atkins, Seely Brown & Hammond, 2007). Con esta filosofía, el docente ahorra tiempo en el proceso

de creación y se enfoca más en el cómo emplear los recursos de formas más eficientes en el proceso de enseñanza aprendizaje.

En la Universidad de las Ciencias informáticas, ubicada en la Habana, Cuba; unas de las carreras que se estudia es la Ingeniería en Ciencias Informáticas. A partir del año 2019 se modificaron los planes de estudio llevando la carrera a cuatro años lo que exigió al rediseño de las disciplinas (MES, 2016). En el caso de Matemática se definieron cuatro asignaturas centrando cada una en un concepto esencial de acuerdo con el precedente y su relación con el resto de las disciplinas del año en función del cumplimiento del plan de estudio y el modelo del profesional.

El contenido referente al concepto de integral quedó ubicado en la asignatura Matemática III que se imparte en el 2do año de la carrera. La asignatura aborda los contenidos relacionados con el cálculo integral en una y varias variables, las ecuaciones diferenciales ordinarias y el tratamiento numérico de ambos temas.

METODOLOGÍA Y MÉTODOS

La visualización matemática como método en el proceso de formación del concepto integral

En la presente investigación la visualización matemática se aborda como método de enseñanza, combinada y en correspondencia con los restantes componentes didácticos del proceso de enseñanza-aprendizaje, específicamente con el medio, en este caso los recursos educativos abiertos. Se brindan elementos conductores en el proceso de formación de concepto integral, lo cual viabilizan y conducen el sistema de acciones de profesores y estudiantes dirigidas al logro de los objetivos.

Las representaciones semióticas, o como también se les llama, sistemas de representación (Godino, 2003), son premisas importantes del análisis y la comparación de elementos del concepto. Forman parte de un sistema matemático de signos y símbolos que determina una interpretación del objeto matemático abstracto.

La visión de la visualización se amplía hacia las conexiones entre diferentes registros matemáticos, la necesidad de construir el concepto a partir de la interacción con las diferentes representaciones del objeto matemático aborda tres actividades cognitivas vinculadas con la

semiosis: la formación de una representación identificable; el tratamiento de una representación, y la conversión de una representación (Godino, 2003).

La comprensión del concepto transcurre fundamentalmente a partir de dos transformaciones de representaciones semióticas: el tratamiento y la conversión. La comprensión conceptual surge de la coordinación de los diversos sistemas semióticos usados (Duval, 1995). Si el estudiante identifica la forma específica de representar cada sistema semiótico, con relación a la situación planteada, se encuentra a solo unos pasos de la comprensión del concepto.

La conversión entre sistemas de representaciones dentro del proceso de visualización recorre un camino de codificaciones y decodificaciones. El mismo está mediado por un cúmulo de intercambios personales y sociales, arraigados profundamente en la misma historia de la actividad matemática, brindando un impulso inestimable en la comprensión de los conceptos (Gómez-Chacón, 2012b).

Tabla 1. Niveles asociados al proceso de visualización de conceptos matemáticos

Identificación	Tratamiento	Conversión
. Identificar lo que conoce . Descomponer en partes conocidas . Comparar las partes conocidas . Separar lo esencial	Buscar y encontrar el conocimiento que permite establecer la relación entre las partes conocidas o reducirlo a una situación o relación conocida	. Integrar la relación hallada en lo nuevo . Encontrar la solución , Expresar la solución en correspondencia con la exigencia planteada

Fuente: Elaboración propia

El análisis del enfoque sociocultural desde la visualización del concepto matemático, se hace teniendo en cuenta elementos como: actividad, mediación e interacción. Se realiza en el desarrollo de la actividad, a partir de las interacciones que ocurren en el proceso entre: profesor, estudiante, grupo y contenido a través de la mediación con el recurso educativo digital (Solís-Pinilla, Aroca-Tolosa y Bravo-González, 2025), con el objetivo de mover al estudiante en su zona de desarrollo próximo.

La propuesta puede ser aplicada en diferentes modalidades: presenciales, semipresencial o a distancia, apoyado en entornos virtuales de aprendizajes (EVA) en particular con la

plataforma Moodle. En la concepción didáctica de los escenarios diseñados bajo esta premisa es indispensable el empleo de los Recursos educativos digitales para el cumplimiento de los objetivos.

Los Recursos Educativos Digitales Abiertos como apoyo a la visualización de las representaciones del concepto integral

Los recursos serán diseñados o identificados por el profesor en el proceso de diseño de la situación de aprendizaje en dependencia del objetivo planteado, la modalidad de enseñanza, la tipología de clase y la actividad a desarrollar. Para el caso particular de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias abstractas, estos recursos deben ser herramientas de aprendizaje interactivo y dinámicos, que permitan, además, la experimentación y exploración (Hernández, De Armas y Sepúlveda, 2024).

Existen disímiles repositorios institucionales de universidades nacionales y extranjeras, especializados en diferentes áreas del conocimiento, los cuales son de acceso abierto. En estos repositorios hay un número nada despreciable de recursos educativos digitales abiertos de excelente calidad, listos para ser reutilizados y adaptados a escenarios y situaciones de aprendizajes. Este elemento garantiza que no sea imprescindible diseñar de cero los recursos. El objetivo es mediar cada etapa de visualización de las diferentes representaciones del concepto matemático con determinados recursos educativos digitales que permitan: identificar los elementos del concepto, el tratamiento dentro de un mismo registro (realización) y a la aplicación (Zambrano, Navarrete y Suvire, 2025). Los cuales están estrechamente relacionados con los niveles de asimilación del concepto.

Recursos como: imágenes, diagramas y gráficos, video didácticos, mapas conceptuales, simulaciones interactivas, asistentes matemáticos o software dinámico, entre otros. La mayoría de ellos, no muy utilizados en la enseñanza de la matemática, sin embargo, juegan un papel fundamental en la formación de conceptos, elemento esencial para la presente investigación.

La experiencia innovadora se realizó con dos grupos de 25 estudiantes cada uno para un total de 50 estudiantes (13 hembras y 37 varones) del 2do año de la Facultad de Tecnologías Interactivas de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) en la carrera Ingeniería en

Ciencias Informáticas (ICI), en el segundo periodo del curso 2025 y en el primer tema de la asignatura Matemática III.

Participaron en el estudio tres docentes con categorías de profesor auxiliar, profesor asistente y un recién graduado en adiestramiento con dos años de experiencia. Los cuales se mostraron receptivos con las orientaciones metodológicas y expectantes con los resultados y con la reacción de los estudiantes ante un nuevo escenario y situaciones de aprendizaje apoyados con diferentes recursos educativos abiertos en el proceso de formación del concepto de integral definida.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El concepto principal que se introduce en la asignatura Matemática III es de Integral de Riemann (integral definida), el cual se transfiere al concepto de integrales dobles como una generalización del concepto de integral definida, extendiendo el intervalo de integración a una región de R^2 y la función integrando a una función de dos variables independientes. Se aborda, la resolución numérica de integrales y las aplicaciones de las integrales definidas.

Con relación al sistema de habilidades declaradas en el programa analítico de la asignatura Matemática III para la formación del ingeniero informático, se destaca la habilidad de interpretar, con sus acciones asociadas: análisis el objeto, relación de las partes, entre otros. La otra habilidad a desarrollar es aplicar, en la cual se propone que sean utilizando problemas geométricos, físicos y de la informática que se modelen utilizando el cálculo integral.

Para la propuesta se diseñó un sistema de clases orientado al estudio de la Integral Definida, fundamentado en el empleo de Recursos Educativos Abiertos (REA) tales como videos didácticos, mapas conceptuales y aplicaciones de GeoGebra. La propuesta tuvo como finalidad que los estudiantes desarrollaran la capacidad de interpretar rigurosamente el concepto de integral definida y aplicarlo en la resolución de problemas tanto intramatemáticos como extramatemáticos. Asimismo, se pretende favorecer un aprendizaje significativo, fortalecer la evaluación formativa y promover la colaboración activa en el proceso de enseñanza-aprendizaje, en consonancia con enfoques pedagógicos contemporáneos que integran la tecnología digital en la educación matemática (Mercedes et al., 2025).

A continuación, se describen los REA empleados en la propuesta y se fundamenta su empleo en la asignatura:

El video como Recurso Educativo Abierto y la enseñanza de Matemáticas

El uso de videos es un recurso interesante para los estudiantes, pues a través de él manifestaron un significativo proceso formativo, generando experiencias de aprendizaje colaborativo dentro de su entorno. Los videos didácticos constituyen un material muy complejo al incluir audio, texto e imágenes combinadas en secuencias para transmitir un mensaje informativo. Santos-Fuentefria et al. (2022) clasifican al video dentro de la categoría de recursos audiovisuales, resaltando entre sus principales ventajas su usabilidad y disponibilidad en diferentes medios

En este sentido el video didáctico puede poseer únicamente un uso instruccional, es decir, su principal función es instruir, comunicar contenidos complementando al profesor y al libro de texto en escenarios presenciales y semipresenciales y supliéndolos totalmente en escenarios completamente a distancia Santos-Fuentefria et al. (2022) señala que para que este recurso adquiriera un enfoque educativo debe incentivar, despertar el interés del estudiante por los contenidos, además de ser globalizador, al permitir trabajar bajo diferentes perspectivas una misma temática (Valiente, Bermúdez y Perera, 2021), estimulando la discusión grupal. Además, el estudiante puede manipular el material, revisarlo tantas veces como lo requiera, hasta comprender su contenido, permaneciendo activo durante todo el proceso.

Para la propuesta fueron empleados dos canales de YouTube con licencia creative commons, donde se puede encontrar cursos completos gratuitos de cálculo diferencial e integral en una y varias variables: @MateFacilYT y el canal de @MatematicasprofeAlex. En ambos canales fueron orientados los videos donde se introduce el concepto de integral definida y videos donde se explican los métodos de integración y las aplicaciones de la integral definidas. Los canales fueron sugeridos por el profesor para el desarrollo de la habilidad identificar e interpretar y para reforzar el estudio independiente tanto para: conferencias, clases prácticas y seminarios sobre el tema.

Los mapas conceptuales como Recurso Educativo Abierto y la enseñanza de Matemáticas

Los mapas conceptuales se han investigados desde diferentes dimensiones, se ha explorado su potencial como recursos para el diseño y desarrollo de escenarios de enseñanza que facilite el aprendizaje significativo y como herramienta para evaluar a los estudiantes. Los mapas conceptuales más populares son los que presentan una idea estructurada, el resumen de una lección o como organizador de una estructura conceptual particular. Lo que demuestra que el interés por esta herramienta va en aumento (Torres y Oconnor, 2024). Sin embargo, este uso e interés por los mapas conceptuales no se manifiesta de igual modos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la disciplina matemática, no obstante, ya se muestran investigaciones para demostrar su potencial en esta disciplina.

Esencialmente un mapa conceptual es un grafo formado por nodos y líneas o links con etiquetas, donde los nodos se corresponden con términos importantes (que sustituyen al concepto) en un dominio, las líneas o links denotan la relación entre un par de conceptos (nodos) y las etiquetas con las que se distingue la relación nos dice cómo están relacionados esos conceptos. La combinación de dos nodos y una línea con etiqueta se le denomina proposición (Torres y Oconnor, 2024).

Un mapa conceptual en matemática, es un mapa en el que se presenta conceptos matemáticos y relaciones entre conceptos que dan lugar a proposiciones matemáticas. Por otra parte, los mapas conceptuales permiten que algo que está en la mente de las personas pueda ser expresado fuera de ella, lo que representa el conocimiento preposicional o declarativo del estudiante en un dominio de conocimiento (Torres y Oconnor, 2024). Es una herramienta fundamental para expresar elementos comunes y no comunes de un concepto, determina lo que lo hace distintivo e identifica y tipifica el concepto. Por lo que se ha de prestar atención prioritaria a la representación y la relaciones entre conceptos, los cuales son fundamentales para poder identificar la estructura cognitiva de los estudiantes.

Existen varias herramientas gratuitas en línea para crear mapas conceptuales: MyMap.ai, Canva, Creately, Lucidchart, Coogole, Mindomo. En la propuesta no se limitó la herramienta a emplear, sin embargo, la mayoría de los estudiantes escogieron una de las dos primeras herramientas MyMap.ai o Canva. Se orienta crear su propio mapa conceptual sobre el

concepto de integral definida, a partir de la orientación del profesor, el estudiante subió el mapa conceptual al entorno virtual de aprendizaje (EVA) y fue coevaluado entre sus compañeros de aula y enriquecidos de forma colaborativa a partir de la experiencia de los demás estudiantes y la asesoría del profesor.

El asistente matemático GeoGebra como Recurso Educativo Abierto y la enseñanza de Matemáticas

GeoGebra es un software de geometría dinámica creado por Markus Hohenwarter. Esta herramienta cuenta con una amplia comunidad internacional de investigadores en educación matemática y un repositorio internacional de acceso abierto, que ponen a disposición de estudiantes y profesores un número considerable de objetos bajo la licencia creative commons.

GeoGebra es un software interactivo que vincula dinámicamente: geometría, cálculo simbólico, numérico y algebraico, donde cada objeto creado tiene una representación gráfica en vistas 2D y 3D interactuando en tiempo real entre ellas. Estas características permiten apreciar los objetos matemáticos simultáneamente y relacionados en los cuadros simbólicos, gráficos y numéricos, algo muy útil para emplear en la formación de conceptos matemáticos, donde se antepone el desarrollo del pensamiento matemático ante el aprendizaje mecánico y tradicional que aun predomina (Coronado et al., 2025).

GeoGebra reúne otras características apreciables, pueden ser efectivos en distintos estilos de aprendizaje individuales o grupales; interactivo; incentiva la creatividad; contribuyen a la construcción del conocimiento; favorecen el aprendizaje autónomo; entre otras (Morales y Lozano, 2025). Como instrumento de aprendizaje GeoGebra exige un cambio en la forma de enseñar y de aprender apartándose de ambientes tradicionales y contribuye a que la adquisición del conocimiento sea más sólido y significativo (Mendoza-Carlos et al., 2024).

Además, es válido destacar que, en la Universidad de las Ciencias Informáticas, el EVA de la asignatura Matemática III cuenta con un sistema de applets, diseñados por el jefe de la disciplina Matemática y profesor auxiliar el MSc. Antonio Rey Roque. En el momento de la investigación existen 18 objetos para el tema de integración de funciones de una y dos variables reales, cinco de esos applets fueron diseñados para la introducción y comprensión

del concepto Integral. A estos applets también se puede acceder desde el sitio oficial de GeoGebra <https://www.geogebra.org/>

Impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI)

La disciplina de Matemática constituye un eje fundamental en la formación de los ingenieros informáticos, al impartirse en los primeros años de la carrera con el propósito de fortalecer el pensamiento lógico y proporcionar un conjunto de herramientas conceptuales y metodológicas indispensables para el desempeño en áreas como la programación y la ingeniería de software.

Las transformaciones curriculares y metodológicas que se implementen deben responder de manera coherente a las exigencias derivadas del desarrollo científico y social contemporáneo. En este sentido, los esfuerzos orientados a perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática contribuyen directamente a la formación de egresados con mayores competencias profesionales, capaces de enfrentar los retos de la práctica ingenieril con rigor y creatividad.

Los resultados de la propuesta se evidencian en la aceptación por parte de profesores y estudiantes, en la mejora de los niveles de comprensión del concepto de integral definida, así como en el incremento del compromiso estudiantil frente a las tareas académicas. Dichos avances se vinculan estrechamente con la interacción de los alumnos con los Recursos Educativos Abiertos (REA) y con la colaboración entre pares, lo cual refuerza la dimensión social del aprendizaje y potencia la evaluación formativa.

Finalmente, los recursos se encuentran disponibles en acceso abierto, lo que garantiza su utilización en línea desde la web, tanto en las PC de los laboratorios docentes como en los dispositivos móviles de los estudiantes. Esta accesibilidad favorece la integración de la tecnología digital en la educación matemática y contribuye a la consolidación de un modelo pedagógico más inclusivo, interactivo y acorde con las demandas de la sociedad del conocimiento.

CONCLUSIONES

Los Recursos Educativos Abiertos (REA) constituyen herramientas ilustrativas y motivadoras; sin embargo, un único recurso no logra abarcar la totalidad de los objetivos y habilidades a desarrollar. Por ello, se considera necesario implementar un sistema integrado de recursos que apoye el proceso de enseñanza-aprendizaje, complementado con la bibliografía básica de la asignatura. El estudiante debe contar con diversos medios de enseñanza: el libro de texto, las notas de clase y la orientación del profesor, que pueden materializarse en guías didácticas con un marcado valor orientador, lo cual otorga mayor relevancia al medio de enseñanza.

La propuesta contribuye a la comprensión teórica del concepto de integral definida y al desarrollo de habilidades en los estudiantes. Asimismo, facilita nuevas formas de interacción con el contenido, incrementa la motivación y fortalece la relación profesor-estudiante mediante el análisis y la discusión conjunta de los temas, situando al estudiante como protagonista del proceso de enseñanza-aprendizaje.

En este contexto, los mapas conceptuales, los videos didácticos y el asistente matemático GeoGebra permiten visualizar las distintas representaciones del concepto de integral definida. Apoyados en la explicación del docente, estos recursos favorecen un aprendizaje más eficiente en menor tiempo, mediante métodos activos que cumplen una función motivadora, innovadora y creadora. De esta manera, se facilita la comprensión de los conceptos, y su interrelación contribuye al desarrollo del pensamiento lógico en los estudiantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Atkins, D., Brown, J. y Hammond, A. (2007). *A Review of the Open Educational Resources (OER) movement: achievements, challenges, and new opportunities*. (Reporte para la Fundación William and Flora Hewlett). Recuperado de http://www.hewlett.org/uploads/files/Hewlett_OER_report.pdf.

Coronado Huanaco, Israel, Martínez Horna, Diana Jaqueline, & Vilcapoma Lara, Narcio Felimon. (2025). El software GeoGebra como herramienta técnica en la enseñanza universitaria de matemáticas. *Revista InveCom*, 5(4), e504080. Epub 12 de junio de 2025. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15114455>

- Duval, R. (1999). *Semiosis y pensamiento humano: registros semióticos y aprendizajes intelectuales*. Colombia: Grupo de Educación Matemática.
- Duval, R. (2006). Un tema crucial en la educación matemática: la habilidad para cambiar el registro de representación. *La Gaceta de La Real Sociedad Matemática Española*, 9(1), 143–168. Recuperado en <https://eudml.org/doc/44160#>
- Godino, J. (2003). Teoría de las funciones semióticas. Un enfoque Ontológico Semiótico de la cognición e instrucción matemática. Universidad de Granada. Recuperado en <http://www.ugr.es/local/jgodino>
- Gómez-Chacón, I. M (2012) Prospective Teachers Interactive Visualization and Affect in Mathematical Problem-Solving. *The Montana Mathematics Enthusiast Journal*, vol.10, 1 y 2.
- Hernández, Y., De Armas, N. y Sepúlveda, J. C. (2024). La calidad de los recursos educativos digitales desde una clase metodológica instructiva. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, Vol. 17, No. 4, pp. 34-50
- Hitt, F. (2003). Una reflexión sobre la construcción de conceptos matemáticos en ambientes con tecnología. *Boletín de La Asociación Matemática Venezolana*, X(2), 213–223. Recuperado en <http://emis.matem.unam.mx/journals/BAMV/conten/vol10/fernandoHitt.pdf>
- Jurado Enríquez, E. L. (2022). Educaplay. Un recurso educativo de valor para favorecer el aprendizaje en la Educación Superior. *Revista Cubana De Educación Superior*, 41(2 may-ago), 165–182. Recuperado a partir de <https://revistas.uh.cu/rces/article/view/1184>
- Santos-Fuentefria, A., Ferrer-Vallin, M., Perdomo-Pérez, C. A., Pérez-Martínez, M., & Pedraza-Ferreira, U. J. (2022). El uso de videos como herramienta de motivación para estudiantes universitarios. Caso de estudio: Redes y consumidores. *Revista Cubana De Educación Superior*, 41(Número Especial 2), 415–433. Recuperado a partir de <https://revistas.uh.cu/rces/article/view/1482>
- Solís-Pinilla, J., Merino, C., Aroca-Tolosa, C., Bravo-González, P. y Miranda-Jaña, C. (2025) Reflexión en las Interacciones Educativas: análisis de prácticas de indagación científica desde el modelo ALACT. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación*

de las Ciencias 22(1), 1602. doi:
10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2025.v22.i1.1602

- Machado Pedraza, R., Díaz Fernández, G., & Granda Dihigo, A. (2024). La integración de los recursos Educativos Digitales al proceso de enseñanza aprendizaje de la disciplina Ingeniería y Gestión de Software en la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas. *Revista Cubana De Educación Superior*, 43(especial (1), 108–122. Recuperado a partir de <https://revistas.uh.cu/rces/article/view/10548>
- Mendoza-Carlos, Mariano M., Lozano-Reátegui, Ronald M., Asencios-Tarazona, Vitelio, & Romero-Cahuana, Ángel A.. (2024). Mediación del software GeoGebra en la aplicación de estrategias para la matematización de problemas por estudiantes de ingeniería en Perú. *Formación universitaria*, 17(3), 21-34. <https://dx.doi.org/10.4067/s0718-50062024000300021>
- Mercedes Elizabeth , R. C. ., Nathaly Jamileth , E. B., Lisbeth Jackeline , Z. Y., & Vines Llaguno , L. S. (2025). Técnicas de visualización para facilitar el aprendizaje de conceptos matemáticos . *Revista Científica De Innovación Educativa Y Sociedad Actual "ALCON"*, 5(1), 232–242. <https://doi.org/10.62305/alcon.v5i1.406>
- Ministerio de Educación (MES) (2016). Documento base para el diseño de los planes de estudio “E. La Habana.
- Morales, G. y Lozano, A. B. (2025). Augmented reality and GeoGebra 3D for improving spatial intelligence in teaching volumetric geometry. *Revista de Educación a Distancia*. Núm. 82, Vol. 25. Artíc. 1, 30-julio-2025 DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/red.644051>
- Torres Alemán , A., & Oconnor Montero, L. (2024). Acercamiento a la didáctica del marketing según mapas conceptuales en la modalidad semipresencial. *Revista Cubana De Educación Superior*, 43(3), 343–358. Recuperado a partir de <https://revistas.uh.cu/rces/article/view/8388>
- Valiente Márquez, jorge F., Bermúdez Morris, R., & Perera Cumerma, L. F. (2021). Integración de las tecnologías de la información y la comunicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje de Matemática III. *Revista Cubana De Educación*

Superior, 40(3 set-dic), 185–198. Recuperado a partir de

<https://revistas.uh.cu/rces/article/view/82>

Villamar Pinargote, J. J., & Navarrete Pita, Y. (2023). Guía metodológica para el desarrollo de la Matemática en entornos no presenciales. *Revista Cubana De Educación Superior*, 42(2 may-ago), 202–217. Recuperado a partir de

<https://revistas.uh.cu/rces/article/view/6935>

Zambrano Loor, M. V., Navarrete Pita, Y., & Suvire Pedroza, F. D. (2025). Visualización interactiva de la geometría molecular: Integración de UCSF ChimeraX y el simulador PhET en la enseñanza universitaria. *Revista Cubana De Educación Superior*, 44(2), 1–17. Recuperado a partir de

<https://revistas.uh.cu/rces/article/view/11227>

No existe conflicto de interés entre los autores.

Contribución de autoría:

Tatiana Leyva Estrada: Conceptualización, Curación de datos, Análisis formal, Investigación, Metodología, Administración del proyecto, Recursos, Validación, Visualización, Redacción –borrador original, Redacción –revisión y edición.

Rosa Adela González Noguera: Curación de datos, Análisis formal, Investigación, Metodología, Recursos, Supervisión, Redacción –borrador original, Redacción –revisión y edición.