

## Artículo

# Enseñanza de integrales mediante métodos numéricos por medio del uso de las TIC

Integral teaching through numerical methods through the use of TIC

Arévalo Vásquez, Brayan Estiven\*

Alexánder González-Castaño\*\*



## Resumen

La influencia de la tecnología en la educación es algo notorio en la actualidad. La implementación de técnicas de enseñanza con ayuda de herramientas informáticas es algo comúnmente usado para facilitar la enseñanza de integrales, métodos numéricos, procedimientos matemáticos. Con el fin de confirmar lo antes descrito, este artículo de revisión busca realizar una revisión la literatura científica, en bases de datos de conocimiento científico, con el propósito de identificar artículos de revisión, artículos científicos, libros y capítulos de libros relacionados con la enseñanza de integrales mediante métodos numéricos por medio del uso de las TICS publicados desde el 2015 hasta la actualidad. Inicialmente se realizó una consulta de acuerdo a las palabras clave y criterios de búsqueda antes mencionados. Posterior a la consulta, se filtraron los resultados teniendo en cuenta los objetivos de cada documento, resultados obtenidos y la relación con el tema descrito. Esto con el fin de enfatizar la revisión.

**Palabras clave:** Software de enseñanza, métodos numéricos, integrales.

---

Ph.D. Corporación Universitaria Minuto de Dios, Bogota, Colombia ORCID. <https://orcid.org/0000-0002-6659-2067>, Email. [barevalovas@uniminuto.edu.co](mailto:barevalovas@uniminuto.edu.co),

**Sinergias educativas**  
Octubre - Diciembre Vol. 5 – 4 2020  
<http://sinergiaseducativas.mx/index.php/revista/>  
eISSN: 2661-6661  
[revistasinergia@soyuo.mx](mailto:revistasinergia@soyuo.mx)  
Pag 21- 34  
Recibido: 20 de abril 2020  
Aprobado: 30 de julio 2020

\*\* Ph.D. Corporación Universitaria Minuto de Dios, Bogota, Colombia. ORCID. <https://orcid.org/0000-0003-0235-6812>. Email, [algonzalez@uniminuto.edu](mailto:algonzalez@uniminuto.edu)

---

Esta obra está bajo una Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Licencia Pública Internacional — CC BY-NC-SA 4.0  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.es>

## **Abstract**

The influence of technology on education is notorious today. The implementation of teaching techniques with the help of computer tools is something commonly used to facilitate the teaching of integrals, numerical methods, mathematical procedures, etc. In order to confirm the above, this review article seeks to review the scientific literature, in databases of scientific knowledge, in order to identify review articles, scientific articles, books and book chapters related to teaching of integrals using numerical methods through the use of ICT published from 2015 to the present.

Initially a query was made according to the keywords and search criteria mentioned above. After the consultation, the results were filtered taking into account the objectives of each document, the results obtained and the relationship with the topic described.

**Key words:** Software de enseñanza, métodos numéricos, integrales.

## **Introducción**

El mundo cambiante, la innovación tecnológica, los desafíos que surgen con el paso del tiempo, son aspectos que influyen en el conocimiento, las competencias que poseemos actualmente y en muchos otros aspectos. Dichos factores nos imponen nuevos retos cada día, e incentivan la generación de nuevo conocimiento, así como el desarrollo de competencias para poder superarlos. Ámbitos como la educación requieren de cambios constantes para mantener o mejorar la calidad de la enseñanza, la eficiencia de los procesos, etc. Es allí donde es necesaria la implementación de herramientas innovadoras que permitan satisfacer estas necesidades. En el presente artículo de revisión se busca revisar la literatura científica en busca de documento relacionado con la enseñanza de integrales mediante métodos numéricos por medio del uso de las TICS. La integral definida es un concepto utilizado para determinar el área limitada por rectas y curvas entre dos puntos en el eje X. Por ejemplo, la gráfica para la función:  $e^{-x}$  donde se hallará el área bajo la curva comprendida entre los límites 0 y 2 =  $\int_0^2 e^{-x} dx$  :

En algunos casos donde las funciones y curvas son muy complejas, los métodos tradicionales no son suficiente para calcular el área. Es cuando es necesario la implementación de métodos numéricos que consisten en una sucesión de operaciones matemáticas que buscan obtener un resultado aproximado del área real (Seminario, 2012).

El método consiste en dividir el espacio comprendido en entre los límites, en segmentos iguales, en este caso son rectángulos. Posteriormente se halla el área de cada rectángulo, finalmente se suma el área de todos los rectángulos y como resultado se obtiene el área total, no es el área exacta, pero es un resultado aproximado. Existen diferentes métodos como los son: Extremo superior derecho, extremo superior derecho, punto medio, trapezoidal, etc. Los cuales pueden ser implementados de diferentes maneras para obtener resultados más precisos (Antonio & Fernández, 2012). Al ser una secuencia de instrucciones, el procedimiento se agiliza y se obtienen resultados más precisos al ser implementado en una herramienta informática (G Caglayan, 2016).

## **Materiales y métodos**

Para la realización del presente artículo de revisión se revisaron documentos relacionados con la enseñanza de integrales, métodos numéricos, por medio de herramientas informáticas. La consulta se llevó a cabo en bases de datos de conocimiento científico como Scopus, Science Direct y Pudmed, una vez estando allí se utilizaron varios criterios de búsqueda relacionados con el año de publicación, área de estudio y tipo de documento. Para ello, se tuvieron en cuenta artículos científicos, artículos de revisión, libros y capítulos de libro publicados del 2015 en adelante, en el área de ingeniería, matemáticas y ciencias de la computación. Luego, ya establecidos estos criterios de búsqueda, los documentos se seleccionaron teniendo en cuenta aspectos como su relación con la enseñanza de los métodos numéricos por medio de la tecnología, los objetivos de investigación, la claridad del contenido, la pertinencia de los hallazgos, objetividad, concisión y precisión en la descripción de resultados. Ahora bien, con el objetivo de analizar e identificar los cuatro momentos de la investigación según Sabino (Sabino, 1996) de cada documento.

## **Resultados**

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, se realizó la consulta inicial en la base de datos Sopus, de acuerdo a las palabras clave y los criterios de búsqueda se obtuvieron 54 resultados. Una vez analizados los documentos, teniendo como filtro ciertos criterios como: los objetivos de investigación, la claridad del contenido, la pertinencia de los hallazgos, objetividad, relación con el tema

descrito, etc. Se obtuvieron un total de 12 investigaciones que cumplen los requerimientos, a continuación, el análisis de las mismas:

El autor (Handayani et al., 2017) resalta la importancia de la tecnología en el fortalecimiento de las competencias matemáticas de los estudiantes y de su aprendizaje, es por esto que el principal objetivo es diseñar un software como medio didáctico para la enseñanza de métodos numéricos. El estudio expone inicialmente los retos presentes en el aprendizaje de las matemáticas y cómo las herramientas tecnológicas contribuyen a superarlos. Por ejemplo, con la existencia de un software matemático la enseñanza de conceptos abstractos y difíciles de explicar cómo funciones, algoritmos o ecuaciones, se facilita al tiempo que se transmite de una forma mucho más agradable a los estudiantes. Similar a ello, la tecnología se convierte en un recurso importante para la solución de problemas, ya que, en casos particulares como clases de cálculo, los estudiantes que presentan dificultades para determinar una región integral pueden hacer uso de un software matemático y reducir sus obstáculos al momento de señalar áreas y funciones de integración.

Dicho lo anterior, se describirá ahora el estudio del autor (Handayani et al., 2017) teniendo en cuenta su diseño, intervención, resultados y conclusiones. La investigación es de tipo experimental y el desarrollo de medios de aprendizaje de métodos numéricos constó de cuatro pasos; el primero, incluye un análisis preliminar, análisis de los estudiantes, análisis de materiales, análisis de tareas y especificación de objetivos de aprendizaje; el segundo, incluye la selección de medios, la selección de formatos y la planificación inicial de medios de aprendizaje basados en el aprendizaje móvil de matemáticas con un enfoque científico; el tercero, es el desarrollo y por último está la distribución, donde el instrumento desarrollado consiste en una hoja de validación de software de material didáctico asistido por métodos numéricos.

De acuerdo con la preparación y desarrollo de materiales didácticos, instrumentos y validación se obtuvo que, en la primera fase de análisis preliminar, es notable la incorporación de la tecnología en el aula de clases, dada la era de avances educativos. Asimismo, el uso de recursos tecnológicos en la enseñanza de matemáticas conlleva a

que las actividades de alto nivel sean más accesibles para los estudiantes, de manera que la tecnología se convierte en una herramienta para fortalecer el proceso de aprendizaje de los estudiantes, ya que presenta contenido numérico, gráfico y simbólico y evita el cálculo manual de problemas complejos de computación.

Posterior a la primera etapa viene entonces la fase de diseño en donde se recopilaron materiales didácticos de software en forma de plan de estudios, plan de lección, hoja de actividades y cuestionario de respuesta del estudiante. Los materiales didácticos diseñados estuvieron sujetos a la validación de un experto en medios para obtener aportes y sugerencias; según los resultados de este proceso de validación, los materiales de instrucción demostraron ser buenos e innovadores en el campo de la investigación en la enseñanza de métodos numéricos; de igual forma, se destacaron por la pertinencia de su diseño, lo que confirma que el material de enseñanza aprendizaje cumple con los criterios válidos especificados.

De acuerdo al diseño, aplicación y resultados del estudio, puede decirse que el desarrollo de software de materiales didácticos para la enseñanza de métodos numéricos resulta ser de gran utilidad en el campo educativo, ya que se realiza bajo un planteamiento adecuado, cumpliendo con los requerimientos básicos de validación, desarrollo y contenido. Además, revela la importancia de continuar mejorando la educación matemática para responder a los desafíos y grandes retos del mundo actual con ayuda de la tecnología.

El objetivo del autor (Asmuss & Budkina, 2019) es analizar las ventajas del material visual implementado en herramientas informáticas para incentivar el interés de los estudiantes en las clases de matemáticas, ya que la implementación de medios visuales mediante herramientas informáticas puede ser beneficiosa para explorar problemas matemáticos, imaginar conceptos matemáticos y la relación entre ellos, realizar experimentos y simulaciones. El documento está basado en la experiencia de los autores en el uso de técnicas de visualización en la enseñanza de las matemáticas, estos autores destacan el uso de herramientas como: GeoGebra, Mathematical Visualization Toolkit (MVT), Microsoft Project, RStudio y Java Modeling Tools (JVT) para ilustrar resultados teóricos o resolver problemas de análisis matemático, métodos de

optimización, investigación operativa, métodos numéricos, teoría de la probabilidad y estadística matemática.

El diseño e intervención del estudio desarrollado por los autores (Asmuss & Budkina, 2019) se divide en distintos temas de matemática, como programación lineal y cuadrática, secuencias y series de funciones, estadística matemática. En cada uno de estos temas se muestran los paquetes de software que pueden usarse para visualizar la solución de problemas, comprender conceptos matemáticos, ideas de ilustración e influencia de cantidades o parámetros.

Las experiencias de los autores (Asmuss & Budkina, 2019) en el uso de técnicas de visualización y simulación en la enseñanza del análisis matemático mediante herramientas específicas como GeoGebra, MVT, JMT, RStudio demuestran la eficacia y utilidad de estas herramientas para el cumplimiento de distintos objetivos de estudio como explicación e ilustración de resultados teóricos, análisis de sistemas del mundo real e investigación en los campos correspondientes de las matemáticas.

Los autores (Novikova, Sosnovsky, Yakhina, Valitova, & Kremleva, 2017) consideran importante la enseñanza de procedimientos matemáticos a los estudiantes (futuros ingenieros) a través de métodos computacionales. La investigación propone dos objetivos el primero, desarrollar las competencias profesionales necesarias de los estudiantes, entendiendo estas competencias por medio de lo dispuesto en el Estándar Educativo del Estado Federal Ruso y el estándar internacional de la Asociación Europea para la Educación en Ingeniería SEFI. El segundo propósito es desarrollar la metodología especial de creación de tutores basados en computadora para enseñar disciplinas matemáticas y de ingeniería a estudiantes de especialidades técnicas, para comparar la efectividad de los métodos computacionales de enseñanza y la enseñanza clásica.

En lo que concierne a los materiales y métodos del estudio del autor (Novikova et al., 2017), la base de la investigación fueron los métodos de análisis de sistemas y los métodos descriptivos y analíticos, principalmente experimentales. También, se utilizaron los métodos de investigación empírica (observación y comparación)

para verificar las ventajas del enfoque. Por último, con el fin de probar la eficiencia, se utilizaron métodos clásicos de medición.

Esta metodología de enseñanza mediante herramientas informáticas brinda a los estudiantes la garantía de recibir las competencias necesarias en la secuencia correcta. De igual manera, el estudio mostró que el uso de software especialmente diseñado, como el de tutores para el proceso de estudio de métodos matemáticos permite lograr una digestión profunda por parte de los estudiantes (como al usar cálculos manuales), acelerar el proceso de aprendizaje y aumentar la motivación de los estudiantes. Esto se ve evidenciado en los porcentajes de progreso en los estudios, pues el porcentaje de calificaciones positivas aumentó de 65 por ciento a 88 por ciento. Además, la motivación de los estudiantes para estudiar matemáticas aumentó en un 12 por ciento en promedio.

Los autores (Milovanović et al., 2011) presentan un experimento, una lección sobre integrales definidas implementada en herramientas informáticas, realizada con estudiantes de primeros años de facultad, divididos en dos grupos, cada uno de 25 estudiantes. Durante la intervención, mientras a uno de los grupos se le asignaba una conferencia tradicional sobre la integral definida, el otro grupo tenía la conferencia sobre el método con ayuda de herramientas informáticas. La principal fuente de información en las conferencias del segundo grupo fue el software creado en Macromedia Flash, con definiciones, teoremas, ejemplos, tareas, así como en las conferencias tradicionales, pero con posibilidades de visualización, animaciones, ilustraciones, etc. enfatizadas. Ambos grupos se probaron después de las conferencias. Como resultado, se pudo comprobar que estudiantes del grupo a los cuales se le brindo las herramientas tecnológicas mostraron un mejor conocimiento teórico, práctico y visual. Además de eso, la encuesta realizada al final de esta investigación mostró claramente que los estudiantes de este mismo grupo estaban muy interesados en esta forma de aprendizaje.

La importancia de las herramientas tecnológicas en la enseñanza y al auge que han tenido desde 1990 cuando se relacionó la tecnología con la pedagogía y nació el e-learning. Mediante diferentes investigaciones se evidencia que entidades educativas implementan cursos completamente virtuales que son más accesibles y en algunos

casos más viables argumentan (Gashi-Berisha & Kamberi, 2019).

De acuerdo a una investigación de la UNESCO llevada a cabo en el 2012 donde el objetivo principal era capacitar a docentes para que ayudaran a estudiantes en el proceso de aprendizaje, creatividad y resolución de problemas mediante el uso de los tics, se demuestra la eficiencia del proceso, pero también se encuentran algunas desventajas al hacer mal uso de este tipo de herramientas.

Según el autor, (Gashi-Berisha & Kamberi, 2019) el usuario final quien va dirigido el estudio en este caso es el estudiante, el docente, aunque resulta beneficiado, el objetivo principal es demostrar el beneficio que tienen la implementación de cursos mediante herramientas informáticas para estudiantes. El papel del docente es fundamental ya que es el que trasciende la información con ayuda de los medios tecnológicos, también se beneficia ya que se agilizan procesos y se capta el interés del estudiante.

Se logra facilitar el proceso de la educación, ya que, al implementar cursos virtuales, se logra vincular más personas que posiblemente tienen dificultades para estudiar de manera presencial. Como un claro ejemplo podemos observar a la Universidad virtual de Francia (FUN) que durante el 2013 y 2016 implementaron 21 cursos virtuales, los cuales tuvieron 350000 usuarios registrados.

El autor (Gashi-Berisha & Kamberi, 2019) incentiva el uso de herramientas tecnológicas para la implementación de cursos virtuales, argumenta teniendo en cuenta otras investigaciones, que contrae beneficios como lo son: la agilización de procesos, la masividad de personas a las que puede llegar, el beneficio que obtiene el maestro al enseñar y el estudiante al aprender, el interés por parte del estudiante, etc.

Gradualmente la implementación de la tecnología en la pedagogía va teniendo mayor influencia, La tecnología digital, ante todo, ayuda a recuperar un nuevo impulso en el proceso de enseñanza y aprendizaje que es sobre todo una continuidad pedagógica de la educación clásica a la educación digital. El proceso de enseñanza determina y orienta al profesor y al alumno hacia el cumplimiento

digital de las expectativas de los lectores de hoy gracias a las herramientas informáticas percibidos como más atractivos que un simple libro impreso.

El autor (Zengin, 2017) propone la implementación de un aula en Khan Academy y software de código abierto (GeoGebra), el análisis del rendimiento académico y examen de opiniones de los estudiantes que lo utilizan. En el artículo se analizan las siguientes preguntas: ¿Cuál es el efecto del enfoque de aula invertida diseñado mediante el uso de los materiales de la Academia Khan y el software de matemáticas en el rendimiento de los estudiantes en el tema de doble integral?, ¿Cuáles son los puntos de vista de los estudiantes sobre el uso de los materiales de la Academia Khan y el software de matemáticas con el enfoque de aula invertida en los cursos de matemáticas?

La información, la comunicación y los estilos de trabajo han cambiado en el siglo XXI (Zengin, 2017). Este cambio ha afectado la educación y ha requerido la utilización de tecnologías informáticas y electrónicas en todos los campos. Con el uso de herramientas tecnológicas los docentes les han permitido y lo estudiantes entender de manera más sencilla conceptos de la matemática. Se considera que el uso de la tecnología de las comunicaciones de la información (TIC) en cursos de matemáticas muy difíciles es beneficioso para los estudiantes (Zengin, 2017).

Nuevamente como se observa en artículos anteriores el autor (Zengin, 2017) indica que a quienes va dirigida la investigación es a estudiantes, en este caso veintiocho estudiantes que estudiaban en el departamento de educación matemática en una universidad estatal en Turquía comprendieron el grupo de estudio de la investigación que se realizó utilizando un diseño de investigación de métodos mixtos. Se utilizaron una prueba de rendimiento integral doble y un cuestionario abierto sobre el enfoque de aula invertida como herramientas de recopilación de datos. Se usó una prueba de rango con signo de Wilcoxon para el análisis de datos cuantitativos y el análisis de contenido para analizar los datos cualitativos. La razón para recopilar datos cualitativos es complementar los datos cuantitativos primarios.

El estudio (Zengin, 2017) de investigación duró ocho semanas. En las primeras cinco semanas, los estudiantes aprendieron a usar GeoGebra en un nivel básico. En las tres semanas restantes, se enseñó el tema de las integrales dobles utilizando el enfoque invertido de 92 clases. En las primeras cinco semanas, las implementaciones se llevaron a cabo en 10 horas de curso (10 x 50 min.), Con 2 horas en clase por semana y en las últimas tres semanas. La instrucción duró un total de nueve horas de curso (9 x 50 min.), Con tres horas por semana. Las implementaciones se llevaron a cabo en un total de 19 horas de curso (19 x 50 min.). Los estudiantes vieron los videos integrales dobles de la Academia Khan fuera de la clase durante tres semanas antes de venir a clase. Los estudiantes estudiaron en el laboratorio de computación usando las hojas de trabajo preparadas por el investigador en cada lección.

Según el análisis de la investigación, se descubrió que el enfoque de aula invertida diseñado con el uso de la Academia Khan y el software de matemáticas aumentó el rendimiento de los estudiantes en los diferentes procedimientos descritos, como los integrales. También se descubrió que este enfoque de aprendizaje mejoraba la comprensión de los estudiantes y proporcionaba visualización en la enseñanza de las matemáticas. Además, se reveló que este enfoque promovió la retención y facilitó la comprensión.

El autor (Gunhan Caglayan, 2016) argumenta como el uso de herramientas informáticas facilitan la enseñanza de integrales mediante el siguiente experimento: el cual consistía en desarrollo de una clase en el siguiente orden: Inicialmente se llevó a cabo una actividad de calentamiento la cual consistía en que los estudiantes resolvieran un ejercicio de sumas de Riemann para hallar el área bajo la curva de una función con cuatro diferentes métodos: Extremo superior derecho, extremo superior izquierdo, punto medio y trapezoides de manera tradicional con hoja y lápiz. Al final los estudiantes debatieran sobre cual sería el método más preciso, también se discutió sobre si el resultado se vería afectado si se aumentaban la cantidad de rectángulos (N).

Luego de la actividad de calentamiento el autor (Gunhan Caglayan, 2016) decidió implementar una actividad similar solo que esta vez los estudiantes usaron herramientas informáticas, específicamente el

software GeoGebra, el cual les facilitaba el proceso de implementación del ejercicio y les permitía cambiar los valores de las operaciones de manera sencilla, así como también aumentar la cantidad de particiones sin dificultar el procedimiento.

## **Discusión**

Realizaron la comparación de los diferentes resultados con los cuatro métodos, así como también la cantidad de particiones, siendo: Extremo superior derecho = R, Extremo superior izquierdo = L, Punto Medio = M, Trapezoidal = T y Cantidad de rectángulos = N

Algunos de los apuntes de los estudiantes dicen que al implementar la suma de punto medio se obtienen mejores resultados, ya que se cancelan los sobrantes y los faltantes como se puede observar a continuación:

También comentaron: “Si usamos la aproximación izquierda entonces los rectángulos estarán bajo la curva y luego si utilizamos mano derecha apunta que podrían salir al exterior de la curva por lo que será un exceso de aproximación y luego a la izquierda sería insuficientemente aproximación .... y luego el punto medio se equilibrará y luego trapezio nos dará la mejor aproximación para él”. Teniendo en cuenta el área de la integral es la siguiente: 0.86465.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la comparación de los mismos, la implementación de los diferentes métodos, así como también diferentes funciones, los estudiantes demostraron gran interés en la utilización del software Geogebra, aplicando varios ejercicios. Se incentivó la enseñanza de los integrales mediante métodos numéricos, así como también la intención de los estudiantes de mejorar los procedimientos para obtener resultados más precisos. Las herramientas informáticas fueron un punto clave para alcanzar este logro ya que con otro tipo de herramientas hubiese sido más complejo y tardío el análisis (Gunhan Caglayan, 2016).

Es evidente que durante la formación de un ingeniero es indispensable la enseñanza de matemáticas. Con el fin de garantizar la enseñanza de procesos matemáticos indispensables para los estudiantes, el docente debe adaptar sus estrategias de enseñanza (Arteaga Sánchez, Cortijo, y Javed, 2014). El autor (Caligaris, Schivo, & Romiti, 2015) propone adaptar la estrategia de la

enseñanza mediante la implementación ideas, procedimientos, ejercicios representados simbólicamente, numérica y gráficamente con la ayuda de herramientas tecnológicas. El objetivo del autor es mostrar algunas animaciones de los conceptos fundamentales del cálculo como lo es la integral definida (sumas de Riemann), haciendo énfasis en el análisis de sus interpretaciones geométricas con la ayuda de la herramienta GeoGebra. Al validar los resultados obtenidos por parte de los estudiantes se concluye que la incorporación de la herramienta Geogebra en la enseñanza de integral definida es una metodología mucho más eficaz a la enseñanza tradicional para facilitar la enseñanza de conceptos fundamentales en el curso.

La enseñanza de las matemáticas es de vital importancia para el éxito de cualquier campo de la ciencia y la ingeniería, incluyendo la tecnología (Cheshier, 2006; Kent y Noss, 2000). En el caso de algunas carreras se acomodan en el plan de estudio algunas disciplinas importantes como lo son, Calculo diferencial e integral. Son fundamentales en la formación ya que permite el modelado matemático de los problemas reales en donde se desenvuelve un ingeniero, sin embargo es sencillo notar como se dificulta el aprendizaje de este tipo de disciplinas, dándole paso a la creación o nacimiento de nuevas metodologías de enseñanza que consisten en la implementación de herramientas tecnológicas como lo es TINspire con el fin de fomentar la participación de los estudiantes y captar su interés (Alves et al., 2019). La propuesta antes descrita satisface las necesidades actuales de la sociedad en la que se producen cambios diarios y rápidamente lo que demanda profesionales capacitados para buscar soluciones de manera práctica e inteligente. El autor busca desarrollarlo mediante los siguientes pasos: Identificación del problema. Hipótesis del problema, aplicación del conocimiento al problema, presentación de las soluciones y autoevaluación de proceso. Los resultados obtenidos al implementar la estrategia fueron: El interés de los estudiantes al utilizar estas herramientas, la capacidad de asociar temas interdisciplinarios y la posibilidad de percibir de una manera más práctica la aplicación de temas (como la integral definida) vistos en clase.

## Referencias

- Alves, I. R. S., Mancebo, M. C., Boncompagno, T. C. S., Júnior, W. D. O., Romão, E. C., & Garcia, R. V. (2019). Problem-Based Learning: A Tool for the Teaching of Definite Integral and the Calculation of Areas. *International Journal of Information and Education Technology*, 9(8), 589–593. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2019.9.8.1272>
- Antonio, J., & Fernández, E. (2012). *Iniciación a los métodos numéricos*.
- Asmuss, S., & Budkina, N. (2019). On usage of visualization tools in teaching mathematics at universities. *Engineering for Rural Development*, 18, 1962–1969. <https://doi.org/10.22616/ERDev2019.18.N515>
- Barros-Bastidas, C., & Turpo, O. (2020). La formación en investigación y su incidencia en la producción científica del profesorado de educación de una universidad pública de Ecuador. *Publicaciones*, 50(2), 167–185. doi:10.30827/publicaciones.v50i2.13952
- Caglayan, G. (2016). Teaching ideas and activities for classroom: integrating technology into the pedagogy of integral calculus and the approximation of definite integrals. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 47(8), 1261–1279. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2016.1176261>
- Caglayan, Gunhan. (2016). Teaching ideas and activities for classroom: integrating technology into the pedagogy of integral calculus and the approximation of definite integrals. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 47(8), 1261–1279. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2016.1176261>
- Caligaris, M. G., Schivo, M. E., & Romiti, M. R. (2015). Calculus & GeoGebra, an Interesting Partnership. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174, 1183–1188. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.735>
- Gashi-Berisha, V., & Kamberi, N. (2019). Methodology of teaching

- literature with digital means. *XLinguae*, 12(1XL), 145–160.  
<https://doi.org/10.18355/XL.2019.12.01XL.11>
- Handayani, A. D., Herman, T., & Fatimah, S. (2017). Developing Teaching Material Software Assisted for Numerical Methods. *Journal of Physics: Conference Series*, 895(1).  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012019>
- Milovanović, M., Takači, urica, & Milajić, A. (2011). Multimedia approach in teaching mathematics - example of lesson about the definite integral application for determining an area. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 42(2), 175–187.  
<https://doi.org/10.1080/0020739X.2010.519800>
- Novikova, S. V., Sosnovsky, S. A., Yakhina, R. R., Valitova, N. L., & Kremleva, E. S. (2017). The specific aspects of designing computer-based tutors for future engineers in numerical methods studying. *Integration of Education*, 21(2), 322–343.  
<https://doi.org/10.15507/1991-9468.087.021.201702.322-343>
- Sabina, C. A. (1996). *El proceso de investigacion*. 92. Retrieved from  
[http://paginas.ufm.edu/sabino/ingles/book/proceso\\_investigacion.pdf](http://paginas.ufm.edu/sabino/ingles/book/proceso_investigacion.pdf)
- Seminario, R. (2012). Metodos Númericos Para Ingenieria. *Libro*, 69. Retrieved from  
<http://disi.unal.edu.co/~lctorress/MetNum/LiMetNu2.pdf>
- Zengin, Y. (2017). Investigating the use of the Khan Academy and mathematics software with a flipped classroom approach in mathematics teaching. *Educational Technology and Society*, 20(2), 89–100.