



DOI: <https://doi.org/10.23857/dc.v9i4.3596>

Ciencias de la Educación
Artículo de Investigación

Cálculo visual de integrales utilizando recursos didácticos

Visual calculation of integrals using teaching resources

Cálculo visual de integrales utilizando recursos didácticos

Maritza Elizabeth Castro-Mayorga ^I
me.castro@uta.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-7105-2279>

Angélica Cristina Sánchez-Rosero ^{II}
angelica.sanchezr@educación.gob.ec
<https://orcid.org/0000-0003-3575-3195>

Ligia Diana Rosero-Pazmiño ^{III}
ligia.roserop@educación.gob.ec
<https://orcid.org/0009-0002-4151-0341>

Correspondencia: me.castro@uta.edu.ec

***Recibido:** 29 de julio de 2023 ***Aceptado:** 30 de agosto de 2023 * **Publicado:** 26 de septiembre de 2023

- I. Magíster, Ingeniera, Universidad Técnica de Ambato, Tungurahua, Ecuador.
- II. Magíster, Ingeniera, Universidad Técnica de Ambato, Tungurahua, Ecuador.
- III. Licenciada, Universidad Técnica de Ambato, Tungurahua, Ecuador.

Resumen

El objetivo de esta investigación consistió en analizar el uso del cálculo visual de integrales utilizando recursos didácticos que posibiliten mejores resultados en esta temática. La metodología empleada fue de tipo documental. El uso de materiales y recursos didácticos en el aula, específicamente para la enseñanza de las matemáticas universitarias deben ser capaces de brindar situaciones formativas favorables para todos los implicados, en especial, en el cálculo de integrales uno de los contenidos que presenta más dificultades, siendo necesario solventar esta debilidad dado que la literatura consultada da cuenta que la importancia del cálculo integral es enorme, pues tiene diversas aplicaciones en la ingeniería, la economía y la vida cotidiana. La herramienta de aprendizaje basada en la visualización de datos se ha convertido en un recurso didáctico de gran utilidad para fortalecer los procesos cognitivos y solucionar problemas de matemáticas de manera gráfica en los estudiantes del nivel profesional. El software matemático es aprovechado como herramienta para el desarrollo de habilidades de pensamiento y mejoramiento del aprendizaje de las matemáticas, cuyas aplicaciones están orientadas a producir, calcular, graficar, modelar, explorar, visualizar, clasificar, comparar, explicar e informar. Asimismo, diversos autores consideran que los softwares educativos y el material multimedia pueden ser empleados para la enseñanza de la integral definida.

Palabras Claves: Cálculo visual; Software matemático; Integrales definidas.

Abstract

The objective of this research was to analyze the use of visual calculation of integrals using teaching resources that enable better results in this topic. The methodology used was documentary type. The use of teaching materials and resources in the classroom, specifically for the teaching of university mathematics, must be able to provide favorable training situations for all those involved, especially in the calculation of integrals, one of the contents that presents the most difficulties, being It is necessary to solve this weakness given that the literature consulted shows that the importance of integral calculus is enormous, since it has various applications in engineering, economics and daily life. The learning tool based on data visualization has become a very useful teaching resource to strengthen cognitive processes and solve mathematical problems graphically in professional level students. Mathematical software is used as a tool for the development of thinking skills and improvement of mathematics learning, whose applications are aimed at producing, calculating, graphing, modeling, exploring, visualizing, classifying, comparing, explaining and reporting.

Cálculo visual de integrales utilizando recursos didácticos

Likewise, various authors consider that educational software and multimedia material can be used to teach the definite integral..

Keywords: visual calculation; mathematical software; Definite Integrals.

Resumo

O objetivo desta pesquisa foi analisar a utilização do cálculo visual de integrais utilizando recursos didáticos que possibilitem melhores resultados neste tema. A metodologia utilizada foi do tipo documental. A utilização de materiais e recursos didáticos em sala de aula, especificamente para o ensino da matemática universitária, deve ser capaz de proporcionar situações de formação favoráveis a todos os envolvidos, principalmente no cálculo de integrais, um dos conteúdos que mais apresenta dificuldades, sendo É necessário resolver esta fragilidade visto que a literatura consultada mostra que a importância do cálculo integral é enorme, uma vez que tem diversas aplicações na engenharia, na economia e na vida cotidiana. A ferramenta de aprendizagem baseada na visualização de dados tornou-se um recurso didático muito útil para fortalecer processos cognitivos e resolver problemas matemáticos graficamente em alunos de nível profissional. Os softwares matemáticos são utilizados como ferramenta para o desenvolvimento de habilidades de pensamento e melhoria da aprendizagem matemática, cujas aplicações visam produzir, calcular, representar graficamente, modelar, explorar, visualizar, classificar, comparar, explicar e relatar. Da mesma forma, vários autores consideram que softwares educacionais e materiais multimídia podem ser utilizados para ensinar a integral definida.

Palavras-chave: cálculo visual; software matemático; Integrais Definidos.

Introducción

El uso de materiales y recursos didácticos en el aula, específicamente para la enseñanza de las matemáticas universitarias deben ser capaces de brindar situaciones formativas favorables para todos los implicados, en torno a esto, (Caamaño, Cuenca, Romero, & Aguilar, 2021) plantean que los medios de enseñanza como parte de los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje cobran singular interés en el logro de una educación de calidad.

Centrados en la optimización de las destrezas matemáticas en el ámbito de la educación superior, es decir, la movilidad de conceptos matemáticos como integrales y la solución de problemas relacionados, los docentes están sometidos a la tarea de crear ambientes de aprendizaje más ricos y, en consecuencia, la contribución invaluable del cálculo visual de integrales utilizando recursos

Cálculo visual de integrales utilizando recursos didácticos

didácticos para aportar mejores resultados en el aprendizaje de dicha temática en los estudiantes es fundamental.

En tal sentido, (Chancusig, Flores, Venegas, Cadena, Guaypatin, & Izurieta, 2017) definen los recursos, medios o materiales didácticos como “el conjunto de elementos auditivos, visuales, figuras, que influyen en los sentidos de los estudiantes despertando el interés por aprender, logrando de esta manera un aprendizaje significativo” (p.115). Por su parte, la visualización como recurso didáctico juega un rol significativo como herramienta de enseñanza y de aprendizaje tanto para los docentes como para los estudiantes. Al respecto, (Martínez de la Rosa, 2014) considera que la visualización es uno de los mejores recursos que tienen los profesores de matemáticas para facilitar la enseñanza y el aprendizaje de un tema, pues trabajar con imágenes y gráficas mejora la comprensión de conceptos abstractos y facilita la resolución de problemas.

En este particular,

En el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática, uno de los contenidos que ha presentado más dificultades es el de cálculo de integrales, tal como afirman (Fonseca Castro & Alfaro Carvajal, 2018) el cálculo diferencial e integral presenta una serie de dificultades en la enseñanza-aprendizaje que deben ser consideradas para la formación de docentes de matemática. Esta postura es compartida por los autores (Martín, Paralera, & Tenorio, 2017) quienes indican que es general el convencimiento de que el estudiantado presenta un considerable número de carencias tanto en conocimientos como en competencias matemáticas previas necesarias para poder afrontar de manera adecuada el aprendizaje de los conceptos relativos al Cálculo Integral y de sus aplicaciones prácticas al ámbito económico, siendo significativa la problemática que plantea simplemente la propia noción de integral para el educando.

Asimismo, (Neira Sanabria, 2020) en la investigación sobre la enseñanza y el aprendizaje del Cálculo Diferencial e Integral en la educación media y en la educación superior encuentra dificultades, conflictos u obstáculos epistemológicos, semióticos, didácticos o culturales que se dan en esa transición; y la explicación se buscó en las prácticas de clase, en la interacción poca o nula que se dio en esas prácticas, y en la gestión de los conflictos presentados (p.25).

Hechas las consideraciones anteriores se tiene que el objetivo de esta investigación es analizar el uso del cálculo visual de integrales utilizando recursos didácticos que posibiliten mejores resultados en esta temática, bajo una metodología de tipo documental.

Cálculo visual de integrales utilizando recursos didácticos

Desarrollo

La enseñanza y aprendizaje de las matemáticas se ha convertido en uno de los grandes desafíos con que se enfrenta el sistema educativo universitario en aras de lograr los mejores resultados posibles, debido a la importancia que tienen estos conocimientos para conseguir un buen desempeño de los profesionales en estos tiempos en que la comunidad nacional e internacional está sometida a las dinámicas que trae consigo el fenómeno de la globalización, el avance científico, tecnológico y las constantes innovaciones.

Relacionado con lo antes mencionado en el reporte de la plataforma de la Universidad Espíritu Santo (UEES) se plantea que en la mayoría de las actividades que se realizan, se usan conceptos matemáticos básicos o avanzados dependiendo de la formación y más de las labores u oficios que se desempeñan (UEES, 2022).

Igualmente, en el portal de la referida institución de educación superior denota, algunas de las cualidades y habilidades promovidas por las matemáticas como son la resolución de problemas, la creatividad, el pensamiento crítico y la capacidad de razonar y comunicarse de manera efectiva. También hace hincapié en el hecho de que existen muchas aplicaciones de las matemáticas en la naturaleza, las industrias, los sectores bancarios, la tecnología, especialmente en los campos de investigación, entre otros. Por tanto, destaca que para mantener la calidad de la educación, el desarrollo del interés por las matemáticas es fundamental (UEES, 2022).

A tono con lo esbozado (Trigueros & Sánchez, 2022) afirman, sin dejar atrás el interés, por indagar sobre el tránsito de la escuela secundaria a la universidad o en el estudio del aprendizaje de las matemáticas en los primeros cursos universitarios, las investigaciones se han ampliado hacia el estudio del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas más avanzadas, del papel que juegan el uso de modelos y la interdisciplinariedad en la enseñanza de las matemáticas, de la forma en que estudiantes de diversas disciplinas aprenden matemáticas y de asuntos sociales relacionados con lo anterior.

En este particular, el conocimiento y resolución de problemas matemáticos relacionados con el tema de las Integrales, cobra especial relevancia por su implicación en diversas áreas del saber, en torno a ello, (Collins, 2012) considera que la importancia del cálculo integral es enorme. Tiene diversas aplicaciones en la ingeniería, la economía y la vida cotidiana. Algunas de las aplicaciones incluyen el cálculo de la superficie, de volumen, momento de inercia, de trabajo y muchos más. Algunos problemas de ingeniería más complejos no pueden ser resueltos sin cálculo. Los integrales y sus

Cálculo visual de integrales utilizando recursos didácticos

derivadas se convirtieron en las herramientas básicas de cálculo, con numerosas aplicaciones en la ciencia y la ingeniería.

Por su parte, (Martín, Paralera, & Tenorio, 2017) indican que el cálculo integral es una herramienta básica en el estudio de los fenómenos económicos desde una perspectiva dinámica. En ese sentido, las competencias relativas a la integración de funciones elementales son claves para tratar problemas macro y microeconómicos entre otros. Por otro lado, (Carrillo, Velásquez, & Causil, 2021) señalan la importancia que tiene el aprendizaje del cálculo diferencial e integral para la ingeniería, al demostrar que con este conocimiento un ingeniero puede llegar a realizar diseños más precisos en áreas como la construcción de secciones de tuberías para oleoductos así como para cualquier proyecto que se pretenda realizar que necesite de un proceso de diseño.

Igualmente, en la guía de estudio de la Universidad de Guadalajara (UDG), argumenta que los conceptos fundamentales del Cálculo Integral, como los conceptos del Cálculo Diferencial, están presentes en la vida diaria y muchas personas efectúan operaciones intelectuales de acuerdo con tales conceptos en el mundo físico, biológico, económico, político y social (p.159) (UDG, s/f).

Asimismo, en el mencionado documento de estudio (UDG, s/f) menciona que el Cálculo Integral es una base importante para todas las asignaturas matemáticas: geometría integral y diferencial, teoría de ecuaciones diferenciales e integrales, métodos de cálculo, análisis funcional, teoría de la medida, teoría de funciones de variables reales y complejas, física de matemáticas, cálculo de variaciones, etc. Los conceptos fundamentales del Cálculo integral se aprenden mejor a través de sus aplicaciones. Por eso, una forma de dominar el Cálculo consiste en resolver problemas (p.159).

El cálculo visual como recurso didáctico

El ámbito de la enseñanza en matemáticas ha venido requiriendo cada vez más de la generación de estrategias didácticas para la transmisión del conocimiento. A este propósito, (Durán, 2015) refiere que una herramienta de aprendizaje basada en la visualización de datos se ha convertido en un recurso didáctico de gran utilidad para fortalecer los procesos cognitivos y solucionar problemas de manera gráfica en los estudiantes del nivel profesional.

Según, (Salazar & Marín, 2012, p.5) citado por (Durán, 2015) uno de los objetivos de la didáctica es hacer el proceso enseñanza-aprendizaje más eficaz; y que ésta se manifiesta en tres principios educativos: 1. socialización, relacionando los seres humanos entre sí: tanto estudiantes como docentes participan en la formación académica; 2. actividad como centro de la educación: la acción como

Cálculo visual de integrales utilizando recursos didácticos

requisito indispensable para la eficacia del proceso de enseñanza–aprendizaje resumida en la frase “aprender haciendo”; y 3. creatividad, la cual favorece e impulsa al ser humano para vivir en un mundo cambiante reconociendo el origen de la significación. Es así como se entiende que la visualización de datos requiere de una creación de esquemas, diagramas y signos unidos al lenguaje verbal, para así transmitir y explicar información de manera que se comunique funcionalmente cualquier tema (Durán, 2015).

La visualización se ha venido constituyendo como un campo de investigación que estudia el potencial de los seres humanos para procesar representaciones visuales (Ramírez & Ordoñez, 2014). De esta manera, (Burkhard, 2005) lo denomina “visualización del conocimiento”. Cuando este conocimiento –conceptual y procedimental– y habilidad se utilizan de modo explícito desde una perspectiva didáctica y con propósitos didácticos por parte del profesor de matemáticas. Por su parte, (Bedoya, 2011) lo reconoce como proceso de “visualización didáctica” y lo considera parte del conocimiento didáctico del contenido y una de las competencias didácticas profesionales del profesor de matemáticas. Todo lo anterior pone de manifiesto la gran importancia que tiene el proceso de visualización para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas (Ramírez & Ordoñez, 2014).

Cálculo visual de integrales utilizando recursos didácticos

Diversos autores han establecido la definición de la visualización en el contexto de la enseñanza de la Matemática, así, (Zimmermann & Cunningham, 1991) definen la visualización matemática como “la habilidad, el proceso y el producto de la creación, decodificación, uso y reflexión de cuadros, imágenes, diagramas, en nuestras mentes, en papel o con herramientas tecnológicas, con el fin de graficar y comunicar información...” (p.3).

En concordancia con estos señalamientos, (Martínez de la Rosa, 2014) enfatiza que si queremos lograr que nuestros alumnos aprendan matemáticas, es muy recomendable, siempre que sea posible, fomentar la visualización. El conocimiento de un concepto quedará asentado en un alumno si es capaz de lograr articular diferentes representaciones de este y recurrir a ellas para resolver un problema (p.154).

En los últimos tiempos, el estudio de la visualización en el pensamiento matemático es objeto de numerosas investigaciones, en parte, posiblemente, debido al surgimiento de la computadora como un recurso didáctico para la comprensión de conceptos matemáticos. El uso reflexivo y creativo de las nuevas tecnologías permite dar un significado concreto a las nociones matemáticas (Gatica &

Cálculo visual de integrales utilizando recursos didácticos

Ares, 2012). Visualizar, en el contexto de la enseñanza y aprendizaje de la matemática en la Universidad tiene que ver con la capacidad de crear imágenes ricas que el individuo puede manipular mentalmente, puede transitar por diferentes representaciones del concepto y, si es necesario, proporcionar en papel o pantalla de computadora la idea matemática que está en juego (Milevicich & Lois, 2008).

El software matemático es aprovechado como herramienta para el desarrollo de habilidades de pensamiento y mejoramiento del aprendizaje de las matemáticas. Además, puede generar variadas experiencias y aplicaciones orientadas a producir, calcular, graficar, modelar, explorar, visualizar, clasificar, comparar, explicar e informar (Cuicas, Debel, Casaide, & Alvarez, 2007).

En tal sentido, la comprensión de conceptos relacionados con el área de integrales y el cálculo para la resolución de problemas puede valerse de la visualización matemática para afianzar y fijar la comprensión de los aspectos relacionados con esta temática con mayor facilidad. En correspondencia con estas afirmaciones (Córdova & Espinoza, 2023) consideran que los software educativos y el material multimedia pueden ser empleados para la enseñanza de la integral definida, ya que permiten estudiar simulaciones de fenómenos matemáticos vinculados con el entorno que van de acorde a los intereses del estudiantado (p.25).

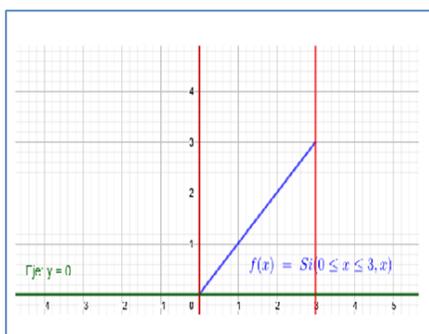
Igualmente, los referidos autores argumentan que los materiales didácticos multimedia se pueden clasificar en: programas tutoriales, simuladores, bases de datos, constructores y programas herramienta; con diversas concepciones sobre el aprendizaje que permiten, en algunos casos, la modificación de los contenidos en cuanto a las aplicaciones de la integral y la creación de nuevas actividades de aprendizaje por parte de los profesores y los estudiantes (Córdova & Espinoza, 2023, pág. 25).

A continuación, se presenta un ejemplo de método de integración basados en la visualización mediante el software matemático de geometría dinámica GeoGebra para el cálculo del volumen de sólidos de revolución, tomado del estudio de los autores (Córdova & Espinoza, 2023, pág. 60):

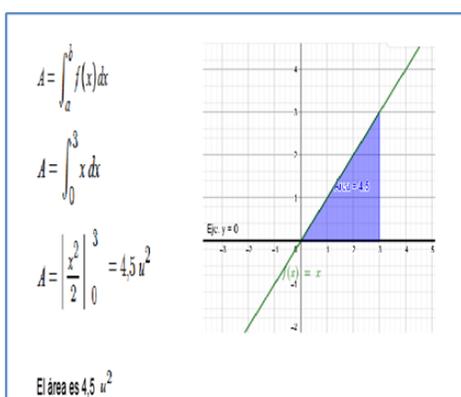
Dada la función $f(x) = x$, entre los límites $a = 0$ y $b = 3$ Encontrar: a) Graficar las funciones, sus límites, calcular el área comprendida, Calcular el volumen y dibujar la forma que tiene al rotar el área.

a.-) Se realiza la gráfica y definen los límites

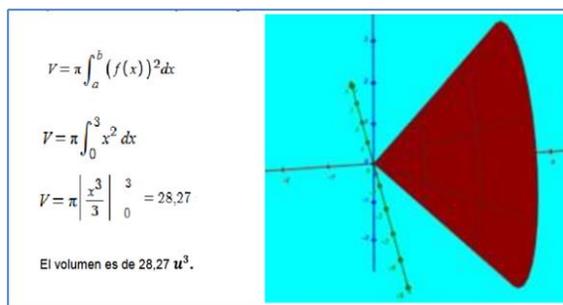
Cálculo visual de integrales utilizando recursos didácticos



b.-) Cálculo del área de la región limitada



c.-) cálculo del volumen y el sólido generado

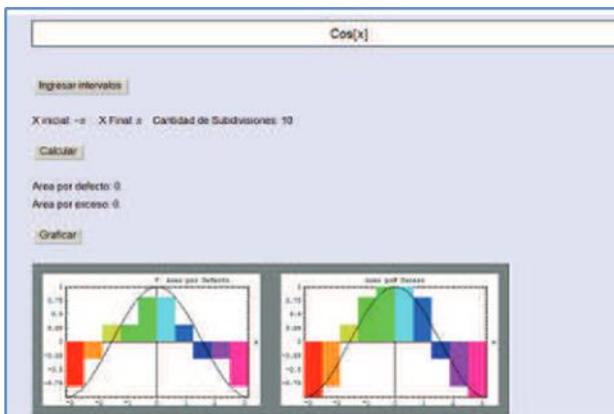


En otro aporte (Milevicich & Lois, 2008) diseñaron un paquete de software que permitiese el abordaje del cálculo integral a partir del concepto de integral definida asociado al área bajo la curva, desde una perspectiva geométrica, atendiendo a los procesos que se han seguido en la creación de ideas matemáticas (p.977).

A modo de ejemplo en el sub-proyecto 1, los referidos autores abordaron el concepto de integral definida por aproximaciones sucesivas, así, se solicitó a cada grupo de trabajo de estudiantes, lo siguiente: Estime el área debajo de la gráfica de $f(x) = \cos x$, con $-\pi \leq X \leq \pi$ utilizando primero 10 rectángulos, luego 100 y luego 1000 con el auxilio del software.

Cálculo visual de integrales utilizando recursos didácticos

La figura 1, corresponde al software de conceptualización de integral definida, calculando el área debajo de la gráfica de $f(x) = \cos x$, con $-\pi \leq X \leq \pi$ utilizando 10 rectángulos o subdivisiones.



La figura 2, muestra los resultados de la aplicación del software de conceptualización de integral definida, calculando el área debajo de la gráfica de $f(x) = \cos x$, con $-\pi \leq X \leq \pi$ utilizando 100 rectángulos o subdivisiones.



Las nuevas tecnologías o los aprendizajes asociados al uso de un software deben integrarse a los procesos educativos esenciales en vez de constituir una actividad aislada (Milevicich & Lois, 2008). Los métodos de integración basados en la visualización ofrecen una motivación muy superior a la que se logra con una fórmula abstracta (Martínez de la Rosa, 2014). El profesorado universitario debería promover la visualización matemática a la hora de trabajar el Cálculo Integral, y las nociones relacionadas con éste, utilizando para ello diferentes representaciones y aprovechando las ventajas que ofrecen las tecnologías de la información, siempre desde la perspectiva de un uso racional de las mismas. En general, el uso de estas tecnologías permite trabajar la visualización de los conceptos matemáticos y, por tanto, facilita dar un significado y contexto concreto a las nociones matemáticas que se trabajan con los estudiantes (Martín, Paralera, & Tenorio, 2017).

Conclusiones

Tras finalizar este estudio se puede indicar, en primer lugar, que es necesario implementar recursos didácticos efectivos y eficaces en el proceso de enseñanza y aprendizaje de conceptos de integrales y su respectivo cálculo, dada la implicación que tiene esta temática en otros campos del conocimiento, algunos de ellos incluyen diversas aplicaciones en la ingeniería, economía, física, biología, política, social, entre otros.

En segundo lugar, diversos autores consultados a lo largo de este documento, encuentran una relación positiva entre la visualización como un recurso didáctico de gran utilidad para fortalecer los procesos cognitivos y solucionar problemas de manera gráfica, particularmente infieren que los conceptos fundamentales del Cálculo integral se aprenden mejor a través del procesamiento de representaciones visuales.

Ello presupone la integración de multiplicidad de actividades y tareas por parte del profesorado para ajustar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas para fomentar la visualización y recurrir a ellas para afianzar conceptos y resolver problemas de integrales.

Hoy en día, las herramientas tecnológicas ofrecen un gran apoyo para la enseñanza y aprendizaje de fenómenos matemáticos vinculados con la integración basado en la visualización siempre desde la perspectiva de un uso racional de las mismas. En general, los métodos de integración basados en la visualización ofrecen una motivación muy superior a la que se logra con una fórmula abstracta. De esta manera se puede incidir significativamente en el logro de mejores resultados de aprendizaje matemáticos, concretamente en el cálculo de integrales en los estudiantes universitarios.

Referencias

- Bedoya, E. (2011). *Didáctica de las matemáticas y formación de profesores de matemáticas: organizadores del currículo, conocimiento y análisis didáctico*. Universidad del Valle. Santiago de Calí. Colombia.
- Burkhard, R. (2005). *Knowledge Visualization: The Use of Complementary Visual Representations for the Transfer of Knowledge. A Model, a Framework, and Four New Approaches*. Tesis Doctoral. Zurich: Swiss Federal Institute of Technology Zurich. Suiza.
- Caamaño, R., Cuenca, D., Romero, A., & Aguilar, N. (2021). *Uso de materiales didácticos en la escuela “Galo Plaza Lasso” de Machala: estudio de caso*. *Revista Universidad y*

Cálculo visual de integrales utilizando recursos didácticos

Sociedad;13(2). <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v13n2/2218-3620-rus-13-02-318.pdf>, pp.318-329.

Carrillo , D., Velásquez, K., & Causil , D. (2021). La importancia del cálculo integral en la ingeniería, caso específico: volumen de oleoductos ortogonales.
<https://repositorio.cecar.edu.co/handle/cecar/2290>.

Chancusig, C., Flores, L., Venegas, A., Cadena, M., Guaypatin, P., & Izurieta, C. (2017). Utilización de recursos didácticos interactivos a través de las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje en el área de Matemática. Boletín REDIPE, 6(4).
<https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/229>, pp.112-134.

Collins, J. (2012). Cálculo Integral. Cuaderno de trabajo. ALEC S.A. de C.V.ISBN: 978-607-00-5763-2. Pág. 200.

Córdova, J., & Espinoza, A. (2023). Propuesta didáctica para el uso de las TACs en la enseñanza de sólidos de revolución del cálculo integral a nivel universitario. Universidad de Cuenca (UCUENCA). Ecuador. Trabajo de titulación.
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/41230/1/Trabajo-de-Titulaci%C3%B3n..pdf>, pp.107.

Cuicas, M., Debel, E., Casaide, L., & Alvarez , Z. (2007). El Software matemático como herramienta para el desarrollo de habilidades del pensamiento y mejoramiento del aprendizaje de las matemáticas. Actualidades Investigativas en Educación, 7(2).
<https://www.redalyc.org/pdf/447/44770209.pdf>, pp.1-34.

Durán, P. (2015). La visualización de datos como herramienta didáctica en la enseñanza del diseño gráfico. Revista e-Ikon; (2).
<https://app.eam.edu.co/ojs/index.php/eikon/article/view/112/138>, pp.70-79.

Fonseca Castro, J., & Alfaro Carvajal, C. (2018). El cálculo diferencial e integral en una variable en la formación inicial de docentes de matemática en Costa Rica. Educación.
<https://doi.org/https://doi.org/10.15517/revedu.v42i2.25844>.

Gatica, N., & Ares, O. (2012). La importancia de la visualización en el aprendizaje de conceptos matemáticos. EDMETIC 1(2):88. DOI:10.21071/edmetic.v1i2.2853.
https://www.researchgate.net/publication/317152336_La_importancia_de_la_visualizacion_en_el_aprendizaje_de_conceptos_matematicos.

Cálculo visual de integrales utilizando recursos didácticos

- Martín, A., Paralera, C., & Tenorio, A. (2017). Dificultades del alumnado en Económicas y Empresariales al enfrentarse al Cálculo Integral. *Revista: Anales de ASEPUMA*, Núm. 25. <https://investiga.upo.es/documentos/5eb2892029995203e240fccf>.
- Martínez de la Rosa, F. (2014). Recursos para el cálculo visual de integrales. *Educación Matemática*; Vol. 26, Núm. 1. <https://www.scielo.org.mx/pdf/ed/v26n1/v26n1a7.pdf>, pp.153-169.
- Milevicich, L., & Lois, A. (2008). La enseñanza y aprendizaje del cálculo integral mediante el uso del ordenador. Clame: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa. <http://funes.uniandes.edu.co/5074/1/MilevicichLaense%C3%B1anzaALME20082.pdf>, pp.973-982.
- Neira Sanabria, G. (2020). Dificultades en las prácticas del cálculo diferencial : una mirada desde la teoría de los obstáculos y los conflictos semióticos. Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Primera Edición. Pág.182.
- Ramírez, G., & Ordoñez, J. (2014). La Visualización Didáctica en la Formación Inicial de Profesores de Matemáticas en la Universidad del Valle: El Caso de la Derivada en un Curso de Cálculo I. Universidad el Valle. Santiago de Calí. Colombia. Trabajo de titulación. <http://funes.uniandes.edu.co/11031/1/Bernal2014La.pdf>, pp.135.
- Trigueros, M., & Sánchez, G. (2022). El aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas en la Universidad. *Revista de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática: AIEM (Avances de Investigación en Educación Matemática)*; (21). ISSN 2254-4313 21. <https://aiem.es/article/view/n21-trigueros-sanchez>, pp.1-5 .
- UDG. (s/f). Cálculo Integral. Guía de Estudio. Guadalajara, México: Universidad de Guadalajara (UDG). <http://www.cucei.udg.mx/maestrias/matedu/sites/default/files/anexo8cin.pdf>.
- UEES. (2022). Las matemáticas en la vida cotidiana. Universidad Espíritu Santo (UEES). <https://uees.edu.ec/las-matematicas-en-la-vida-cotidiana/>.
- Zimmermann, W., & Cunningham, S. (1991). *Visualization in teaching and learning mathematics*. Washington, DC: Mathematical Association of America.

Cálculo visual de integrales utilizando recursos didácticos

©2023 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).