

El Cálculo Diferencial e Integral en las carreras de ciencias técnicas. Especificidades de su enseñanza

*Differential and Integral Calculus in careers of technical sciences.
Specificities of their teaching*

*MSc. Nilda Iglesias-Domecq, nilda@uo.edu.cu; Dra. Isabel Alonso-Berenguer,
ialonso@uo.edu.cu; Dr. Alexander Gorina-Sánchez, gorina@uo.edu.cu*

Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba

Resumen

El Cálculo Diferencial e Integral tiene gran relevancia para los profesionales de las ciencias técnicas ya que les brinda un cuerpo teórico-conceptual sólido para procesar información, utilizar modelos que simulen procesos reales, resolver problemas técnicos, trabajar en proyectos multidisciplinarios y comunicarse con precisión. A pesar de esta relevancia se reportan numerosas insatisfacciones a nivel internacional relacionadas con su aprendizaje por parte de los ingenieros en formación. El objetivo fue develar las especificidades del proceso de enseñanza-aprendizaje de esta disciplina que favorecen una apropiación exitosa de su contenido por los futuros ingenieros. El resultado fue develar la necesidad didáctica de resolver la contradicción dialéctica que se manifiesta entre la sistematización de la funcionalidad ingenieril del citado contenido y su generalización interdisciplinaria contextualizada. Como consecuencia surge la necesidad de crear nuevas propuestas didácticas que superen esta contradicción, como vía para perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta disciplina en las carreras ingenieriles.

Palabras clave: carreras ingenieriles, Cálculo Diferencial e Integral, enseñanza-aprendizaje.

Abstract

The Differential and Integral Calculus has great relevance for the professionals of the technical sciences since it provides them with a solid theoretical-conceptual body to process information, to use models that simulate real processes, to solve technical problems, to work in multidisciplinary projects and to communicate with precision. In spite of this relevance, there are numerous international dissatisfactions related to their learning by training engineers. The objective was to unveil the specificities of the teaching-learning process of this discipline that favor a successful appropriation of its content by the future engineers. The result was to unveil the didactic need to resolve the dialectical contradiction that manifests itself between the systematization of the engineering functionality of the aforementioned content and its contextualized interdisciplinary generalization. As a consequence, the need arises to create new didactic proposals that overcome this contradiction, as a way to perfect the teaching-learning process of this discipline in the engineering careers.

Key words: engineering careers, Differential and Integral Calculus, teaching-learning.

Introducción

El desarrollo tecnológico exige que los ingenieros que se formen en la educación superior sean competitivos en el ámbito nacional e internacional para hacer frente al proceso de globalización, y una forma de lograrlo es propiciando susólida formación en las ciencias básicas. Para ello será necesario replantear el modo en que se han venido enseñando estas ciencias y, de manera particular, la Matemática, con el propósito de lograr que los estudiantes tengan la capacidad para ser creativos, innovadores y razonar en torno a la solución de problemas ingenieriles.

Es innegable el papel decisivo que juega la Matemática en el logro de los citados propósitos, a lo que se han referido varios investigadores como el español Vázquez (2001), que asegura que la Matemática en manos de un ingeniero es la herramienta que hace posible construir modelos numéricos o cualitativos, cuyo análisis les permitirá tomar decisiones, realizar diseños y controlar procesos de forma eficaz y fiable. Por ello la modelación, la simulación y el análisis de datos resultan herramientas esenciales en la ciencia ingenieril y la industria moderna.

Una adecuada enseñanza de la Matemática propicia en los estudiantes la capacidad de convertirse en pensadores críticos y planificadores activos de su propio aprendizaje. La resolución de problemas hará que el estudiante de ingeniería vea la necesidad de fortalecer sus conocimientos para poder enfrentar retos cada vez más difíciles, porque modelar una función en cualquier nivel de las matemáticas, o en las asignaturas técnicas, requiere de habilidades creadoras que muchas veces no afloran sino es con la práctica, por eso es muy importante la estructuración correcta de sus conocimientos en el plano conceptual, reflexivo y práctico (Abarca, 2004).

Todo ingeniero debe estudiar Matemática porque esta es la manera de formar adecuadamente el pensamiento analítico, el rigor demostrativo, el sentido de la exactitud, la objetividad numérica, el apego a la medición y tantas otras cualidades de los buenos ingenieros. Aquellos que más desarrollen las áreas técnicas de la ingeniería durante su vida profesional, o se involucren en especializaciones más avanzadas, serán quienes más requieran de la Matemática como herramienta (Alonso, 2014).

De manera particular, el Cálculo Diferencial e Integral (CDI) es el contenido matemático que está presente en los planes de estudio de todas las carreras de ingeniería, debido a que estudia las funciones y sus propiedades, y como las funciones son el modelo matemático por excelencia en la generalidad de las ciencias, incluso en algunas carreras sociales, su

aprendizaje recibe una atención preferencial por parte de la comunidad educativa (ANUIES, 2002).

Ahora bien, a pesar de la demostrada importancia que tiene el Cálculo Diferencial e Integral para el desarrollo de las profesiones ingenieriles, en la actualidad se manifiestan numerosas dificultades en su proceso de enseñanza-aprendizaje. Tal es el caso de las reportadas por los investigadores cubanos Martín, Pérez y Martínez (2017), que aseguran que esta es una de las disciplinas en las que los estudiantes tienen mayores problemas, fundamentalmente en la formación conceptual, apreciándose un fuerte predominio de la comprensión instrumental y evidenciándose insuficiencias en su concepción didáctica.

En esta misma dirección, los investigadores mexicanos Cantoral y Mirón (2000) señalan una dislexia escolar en CDI, ya que su enseñanza logra que los estudiantes deriven, integren y calculen límites elementales, pero no son capaces de dar un sentido más amplio a esas nociones, que les haga reconocer, por ejemplo, cuándo un problema requiere de calcular una derivada.

También Robert y Speer (2001), sobre la base de una amplia revisión de estudios que se han hecho acerca del aprendizaje del CDI a nivel mundial en los últimos treinta años, certifican que en general existen elevados índices de reprobación, un aprendizaje sin comprensión y una actitud negativa hacia el aprendizaje de esta ciencia.

De igual forma, Reyes y Pérez (2015) aseveran que la asignatura de Cálculo Diferencial e Integral, llevada en los primeros semestres de todas las carreras de ingeniería, históricamente ha representado dificultades como: alto índice de desaprobados, grupos de arrastre y deserción. La gran cantidad de estudiantes en las aulas de esta asignatura, la falta de motivación por su estudio y la predominante tendencia a una enseñanza tradicional, son las principales causas de estas dificultades.

Por último, en Iglesias y Alonso (2017), se muestra un estudio diagnóstico realizado con estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad de Oriente, en Santiago de Cuba, que incluyó el análisis de los resultados de todas las asignaturas de la disciplina de Matemática de dicha carrera, concluyéndose que en todas se presentan insuficiencias en cuanto al dominio de los contenidos y empleo de estrategias heurísticas y metacognitivas, así como la manifestación de creencias que dificultan el aprendizaje de esta ciencia. También se concluyó que los porcentajes de promoción más bajos y de peor calidad los exhiben las asignaturas matemáticas de Cálculo Diferencial e Integral.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, el presente trabajo se trazó como objetivo, develar las especificidades del proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial e Integral que favorecen una apropiación exitosa de su contenido por los futuros ingenieros.

Desarrollo

El proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial e Integral debe facilitar la apropiación de conocimientos de esta rama de la Matemática (funciones, límite, continuidad, cálculo diferencial e integral de funciones de una y de varias variables), así como las habilidades asociadas a la aplicación de dichos conocimientos, determinados valores y la capacidad para realizar tareas de manera independiente, elevando los niveles de autoaprendizaje.

Una enseñanza efectiva del Cálculo Diferencial e Integral debe partir de la determinación de los conocimientos previos de los estudiantes y de lo que estos necesitan aprender, retándolos y apoyándolos para impulsar su aprendizaje. De aquí se infiere que para ejercer una buena práctica docente no es suficiente con el conocimiento del CDI y ciertas habilidades pedagógicas, sino se requieren, además, aspectos cognitivos (cómo se aprende), didácticos (cómo se enseña) y epistemológicos (cómo se concibe el saber a enseñar y a aprender). Esto se sitúa en el entorno social que enmarca la interacción entre el contenido matemático, los estudiantes y el profesor (dónde se enseña y aprende) (Godino et al., 2003).

Desde esta premisa, la enseñanza del CDI debe dejar de ser conservadora, abandonando el método eminentemente presencial por medio del cual el docente preferencia las sesiones de conferencias, en detrimento del empleo de alternativas donde los estudiantes puedan ser sujetos activos en su formación académica. Para cambiar esta situación se debe potenciar el pensamiento analítico, crítico y reflexivo, fomentando el trabajo independiente y en equipos, para que los estudiantes se apropien de patrones de búsqueda y procesamiento de información, métodos de resolución de problemas, estrategias heurísticas y metacognitivas, entre otros aspectos a desarrollar. Esto favorecerá la formación de estudiantes con actitudes, habilidades y valores necesarios para tener ingenieros con oportunidades de éxito en su formación académica y en su vida profesional. En atención a lo anterior, corresponderá al profesor del CDI buscar una metodología de enseñanza para que el futuro ingeniero reciba, en su formación

académica, las herramientas que le permitan tener un buen desempeño profesional (Trejo, Camarena y Trejo, 2013).

Sin embargo, al revisar los currículos de las carreras de Ciencias Técnicas se puede observar que desde sus orígenes hasta la actualidad prevalece en muchas universidades la tendencia al llamado «*tronco común*», mediante el cual los estudiantes de varias carreras de ingeniería reciben el contenido de Cálculo Diferencial e Integral simultáneamente, en una misma aula y con los mismos profesores. Esto, si bien trae beneficios económicos por el ahorro de recursos, daña sensiblemente la formación, al hacerla plana y sin la necesaria contextualización que esos contenidos requieren para resultar motivantes al estudiante.

Aquí cabe precisar que la contextualización de los contenidos de una determinada asignatura es definida como la acción de ubicar dichos contenidos en un contexto cotidiano o profesional, para hacerlos comprensibles a los estudiantes y facilitar que estos se motiven a acometer su aprendizaje. Esta contextualización es muy útil en la generalidad de los casos, siempre que se evite la posibilidad de cometer excesos que debiliten el desarrollo de la capacidad de abstracción de los estudiantes (Alonso, 2014).

Otra dificultad que entraña esta forma de desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje es que, por lo general, la reunión de estudiantes de varias carreras ingenieriles hace que los grupos de conferencia sean muy grandes y los profesores no puedan realizar un buen trabajo de atención a las particularidades del aprendizaje, que como se conoce no es igual para cada estudiante y deben ser atendidas de forma particular, para que los de alto aprovechamiento docente no permanezcan inactivos y los de lento aprendizaje no se vayan quedando rezagados.

Pero no es sólo la tendencia a organizar el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante un «*tronco común*» lo que afecta su eficacia. Esta también se ve afectada por ciertas prácticas tradicionales que han sido develadas por investigadores como Robert y Speer (2001), Artige (2001), Salinas y Alanís (2009), Gascón (2001) y Steen (2003), entre otros.

Dichos autores se han referido a un *paradigma tradicional* de enseñanza del CDI, asegurando que este deja mucho que desear en cuanto al aprendizaje. En el mismo, el contenido matemático se presenta estructurado de manera aparentemente formal y rigurosa, es decir, con carencia de significados reales sobre las nociones y procedimientos del CDI y organizado de tal forma que las nociones y procedimientos que se estudian van sustentando las que le siguen. Esta presentación, a decir de Artige (2001), es

aparentemente formal y rigurosa, resultado de la fundamentación, la que culmina con aplicaciones del contenido que dejan la impresión de que son consecuencia natural del dominio de la teoría. Y esta presentación tradicional del contenido se refuerza con la estrategia de enseñanza tradicional del profesor, que se limita a enseñar la estructura, ya que presupone que así se dará el aprendizaje.

De aquí que el estudiante adopte un papel pasivo durante el proceso de transmisión del contenido y que su aprendizaje se evidencie mediante el dominio de esa estructura de conceptos y procedimientos rigurosamente organizados, aunque en mayor medida a través de su habilidad para resolver ejercicios rutinarios de corte algorítmico, que han sido diseñados para facilitar al profesor la emisión de una evaluación. Y con ello se alivia un tanto la baja eficiencia de los cursos de CDI (Artigue, 2001).

Como parte de este *paradigma tradicional* se manifiestan dos modelos docentes clásicos, el *teoricismo* y el *tecnicismo*. El *teoricismo* se plantea la enseñanza del CDI mostrando sus teorías cristalizadas y asumiendo implícitamente que se aprende de la misma forma en que la teoría se presenta. Sin embargo, a decir de Gascón (2001), todos los datos empíricos disponibles contradicen esta conclusión, ya que hay enormes dificultades para que un estudiante utilice adecuadamente un teorema, aplique una técnica o compruebe si un objeto cumple una definición.

En contraposición al *teoricismo* surgió el modelo docente tecnicista, que reduce la enseñanza del CDI a la enseñanza de técnicas algorítmicas, con lo cual trivializa la actividad de resolución de problemas, al obviar los problemas no rutinarios (Gascón, 2001). De este modo llega a ser normal identificar que la enseñanza del CDI se focalice en técnicas algorítmicas, que se alternan con la presencia de definiciones y resultados formales que las justifiquen (Salinas y Alanís, 2009).

Otro paradigma vigente es la *Reforma del Cálculo*, que promueve la búsqueda de un adecuado balance entre dos dimensiones relativamente independientes: contenido y contexto. A decir de Steen (2003), algunos acercamientos son fuertes en una de esas dimensiones y otros en ninguna, porque se siguen focalizando en mecánicas a expensas del contenido y del contexto. Por lo general ningún acercamiento enfatiza ambas dimensiones, ya que se requiere mucho más tiempo y esfuerzo del que el plan de estudio tiene destinado para ello.

La dimensión de la contextualización ha sido trabajada en los últimos tiempos por autores como Camarena (2001), quien propuso una estrategia metodológica para la enseñanza de

la Matemática en las carreras de ingeniería, que denominó «Matemática en Contexto de las Ciencias». En ella se lleva al estudiante a trabajar con un CDI contextualizado en las áreas del conocimiento de su futura profesión, en actividades de la vida cotidiana y en actividades profesionales y laborales, todo ello a través de eventos contextualizados, los cuales pueden estar presentes en problemas o proyectos.

Dicha estrategia parte del presupuesto de que el profesor debe involucrarse con contenidos de la carrera de ingeniería donde imparte clases, dado que será necesario que cuente, no solo con los conocimientos matemáticos, sino también con los conocimientos que el evento o problema a contextualizar requiera (Trejo, Camarena y Trejo, 2013). Sin embargo, se conoce que es muy probable que los contenidos de la ingeniería no le sean familiares al profesor de Matemática, lo que implica una mayor dedicación a la planeación didáctica del tema a abordar, situación que requiere de condiciones adecuadas, de lo contrario existe el riesgo de que este regrese a una práctica matemática tradicional con los resultados ya conocidos.

Otra cosa sería si los profesores de las asignaturas ingenieriles complementasen esta propuesta, resaltando la presencia de las definiciones y métodos matemáticos en los procedimientos ingenieriles que imparten a sus estudiantes, pero esto casi nunca se logra, más bien se obvia la mención a la Matemática y a sus demostraciones, tomando de ella el algoritmo ya establecido y adaptándolo al requerimiento ingenieril para hacerlo más operativo y fácil de aplicar (Alonso, 2014).

De manera que se sigue buscando el paradigma ideal para la enseñanza del Cálculo Diferencial e Integral. Actualmente, diversos reportes de investigación en revistas especializadas continúan dando evidencia de la necesidad de repensar la enseñanza-aprendizaje del CDI, con el fin de vencer la limitada comprensión de sus nociones y procedimientos. La investigación ha pasado de referir dificultades, a proponer alternativas basadas en nuevas estrategias didácticas; el uso de nuevas herramientas tecnológicas para reforzar o descubrir ideas matemáticas; el desarrollo y empleo de distintos marcos teóricos; la realización de investigaciones cualitativas en pequeñas poblaciones, e incluso ha formulado secuencias didácticas que afectan los currículos y son llevadas a cabo en grupos escolares completos. Se percibe cómo el análisis va tomando un giro de cuestionar el cómo enseñar, a cuestionar el qué enseñar, aunque en cierta medida y con cierta reserva (Salinas y Alanís, 2009).

El esfuerzo de los investigadores y didactas va transitando hacia un enfoque moderno de enseñanza del CDI, que parta de una perspectiva integral, que redefina las habilidades a formar y considere aspectos como la formación con base en competencias, que conlleve integrar disciplinas, conocimientos, habilidades, prácticas y valores.

En esta dirección, Carvajal (2010) considera que la integración disciplinar es parte fundamental de la flexibilización curricular y persigue formar profesionales más universales, aptos para afrontar los rápidos cambios de las competencias y los conocimientos; con una formación más humanística y ambiental, con ética, conciencia de equidad social y juicio crítico, que actúen como agentes de cambio social, dada la importancia de su trabajo para mejorar la calidad de vida de la población.

De todo lo anterior se infiere que una vía para lograr una enseñanza eficaz del Cálculo Diferencial e Integral en las carreras técnicas es contextualizando su contenido desde un trabajo interdisciplinar, que suponga el desarrollo de metodologías de trabajo en equipo y de integración entre diferentes disciplinas y asignaturas, no sólo matemáticas, sino también las del ejercicio de la profesión ingenieril. De manera que puedan contribuir al desarrollo de habilidades profesionales, desde un estudio holístico e integral de sus contenidos, que permita resolver los problemas ingenieriles actuales. Esto constituye un reto para los didactas e investigadores que trabajan en esa dirección, los que deberán superar los actuales diálogos disciplinares e interdisciplinares que no trascienden de relaciones formales, las que no privilegian el desarrollo de competencias profesionales desde la aplicación del CDI.

Implementar la interdisciplinariedad implica tener en cuenta aspectos como la eliminación de algunas fronteras para permitir el trabajo entre disciplinas. Las estructuras de las instituciones frecuentemente representan obstáculos, cuando debiera ser lo contrario, ya que las relaciones interdisciplinares hacen más eficientes los currículos, al optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los contenidos del CDI.

Esta optimización se evidencia cuando un contenido, que ya ha sido anticipado en una asignatura, es retomado por otra para dar continuidad a su estudio, con lo que se logra profundizar en su asimilación a partir de una sistematización de carácter interdisciplinar. Se reducen las explicaciones innecesarias sobre el mismo, las que al ser redundantes y estar contenidas en otro marco referencial, pueden entenderse por el estudiante como un contenido diferente. Lograr estos niveles de optimización y sistematización

interdisciplinar debe constituir una prioridad en la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje del CDI.

El trabajo académico integrado demanda de profesores e investigadores que, desde la Didáctica, lideren esta labor que requiere de formas de encuentro en equipo, establecimiento de criterios para la integración y desarrollo de ideas para precisar conceptos, temas, disciplinas, prácticas y competencias a integrar; de definir los tipos de relaciones entre las disciplinas; determinar los tiempos para desarrollar los temas, problemas, etc.; evaluar continua y formativamente el proceso y reunir toda la información posible sobre experiencias en este campo.

Este trabajo interdisciplinar debe estar dirigido también a favorecer el desarrollo de la autonomía intelectual, la responsabilidad individual y colectiva, la adquisición de niveles superiores de autoestima para la libre discusión, la argumentación racional, las competencias comunicativas, socio-afectivas y profesionales, entre otros aspectos, para contribuir a desmitificar al texto y al profesor como fuentes únicas de conocimiento.

Para materializar este trabajo será importante establecer, previamente, los nodos de articulación interdisciplinar, es decir, aquellos contenidos de un tema o asignatura de Cálculo Diferencial e Integral y del ejercicio de la profesión ingenieril, que incluyan conocimientos, habilidades y valores asociados, los que servirán de base al proceso de integración interdisciplinar, para lograr una formación más completa y eficaz del egresado.

También podrá acudirse al empleo de la transposición didáctica del contenido (Chevallard, 1998) para adecuarlo a las especificidades de la ingeniería y a su problematización para hacerlo más interesante (Alonso, 2001; Alonso y Álvarez, 2012).

En resumen, para avanzar en la apropiación exitosa del contenido del CDI por parte de los ingenieros en formación, se necesita resolver la contradicción dialéctica que se manifiesta entre la sistematización de la funcionalidad ingenieril del citado contenido y su generalización interdisciplinar contextualizada. Para lo cual será necesario crear y aplicar nuevas propuestas didácticas que superen esta contradicción en las carreras ingenieriles, aproximándose a un proceso de enseñanza-aprendizaje del CDI que responda a las demandas sociales actuales de formar un número significativo de ingenieros creativos y competentes.

Conclusiones

1. *A pesar de la relevancia que tiene el Cálculo Diferencial e Integral para los profesionales de las Ciencias Técnicas, se reportan numerosas insatisfacciones a nivel nacional e internacional, relacionadas con su insuficiente aprendizaje por parte de los ingenieros en formación.*
2. *Fueron develadas las especificidades del proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial e Integral, las que favorecen una apropiación exitosa de su contenido por los futuros ingenieros. Pudo fundamentarse la necesidad didáctica de resolver la contradicción dialéctica que se manifiesta entre la sistematización de la funcionalidad ingenieril del citado contenido y su generalización interdisciplinaria contextualizada.*
3. *Se evidenció la necesidad de crear y aplicar nuevas propuestas didácticas que superen esta contradicción, como vía para perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta disciplina en las carreras ingenieriles.*

Referencias bibliográficas

1. Abarca, N. (2004). *La enseñanza del cálculo diferencial integral mediante la resolución de problemas, una propuesta motivadora*. Revista Tecnociencia Universitaria, 21-29, Bolivia. Recuperado en: <http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rct/v5n5/v5n5a05.pdf>
2. Alonso, I. (2001). *La resolución de problemas matemáticos. Una alternativa didáctica centrada en la representación*. (Tesis doctoral). Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/DOI:10.13140/RG.2.2.27079.19362>
3. Alonso, I. (2014). Conferencia: "La enseñanza de la Matemática a través de la Resolución de Problemas". En actas del IV Encontro Internacional de Ensino e Pesquisa em Ciências da Amazônia. Tabatinga, Brasil. Diciembre 2014.
4. Alonso, I & Álvarez, M. (2012). *Dinámica del razonamiento inductivo en la resolución de problemas matemáticos. Una propuesta didáctica*. Revista ALME. Flores, R. (Ed.). Año 2012. Vol. 25, pp. 625-634. Colegio Mexicano de Matemática Educativa A. C. y Comité Latinoamericano de Matemática Educativa A. C. ISBN: 978-607-95306-5-5. D.F. México.
5. Navarro, R. & Navarro, Y. (2002). *Aprendizaje*. Revista de ANUIES. Recuperado en: <https://www.anui.es/media/docs/avisos/pdf/140221140733catalogo2014+webB.pdf>
6. Artigue, M. (2001). *What can we learn from educational research at the university level?* In D. Holton (Ed.), *The teaching and learning of mathematics at university level: an ICMI study* (pp. 207-220). Holland: Kluwer Academic. Recuperado en https://link.springer.com/.../10.1007%2F0-306-47231-7_21.pdf
7. Camarena, P. (2001). "Los modelos matemáticos como etapa de la matemática en el contexto de la ingeniería". Reporte de investigación. ESIME-IPN, México.
8. Cantoral y Mirón (2000). *Sobre el estatus de la noción de derivada: de la epistemología de Joseph Louis Lagrange al diseño de una situación didáctica*. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa 3 (3), 265-292 Recuperado en <http://www.clame.org.mx/relime/200002c.pdf>
9. Carvajal, Y. (2010). *Interdisciplinariedad: desafío para la educación superior y la investigación*. Revista Luna Azul ISSN 1909-2474, No. 31, julio-diciembre 2010, 156-169, Universidad de Caldas Manizales, Colombia.
10. Gascón, J. (2001). Incidencia del modelo epistemológico de las matemáticas sobre las prácticas docentes. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa* 6 (1), 129-159. Recuperado en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33540202>

11. Chevallard, Y. (1998). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. (3ra edición), AIQUE grupo editor. Recuperado de <https://es.slideshare.net/neychika/transposicin-didctica-del-saber-sabio-al-saber-enseado>
12. Godino, J. et al. (2003). *Estrategias generales y estrategias aritméticas en la resolución de problemas combinatorios*. Revista: Educación Matemática, ISSN 1665-5826, Vol. 15(2), 5-26. México.
13. Iglesias, N. y Alonso, I. (2017). *Estudio exploratorio sobre la importancia de la matemática para la carrera de ingeniería civil en la Universidad de Oriente*. Revista Electrónica de Formación y Calidad Educativa, (REFCaE), 5(1), 45-62. Ecuador.
14. Martín, A., Pérez, O. y Martínez, Y. (2017). *Propuesta didáctica para la enseñanza del concepto espacio vectorial*. Revista Electrónica de Formación y Calidad Educativa, (REFCaE), 5(2), 195-209. Disponible en <http://runachayecuador.com/refcale/index.php/refcale/article/view/1796>
15. Reyes, D. y Pérez, M. (2015). *Grupos de estudio para favorecer el aprendizaje del cálculo diferencial*. Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa. No. 2, 1-18. Recuperado en: <http://www.rediech.org/inicio/images/k2/Oviedo-articulorevista1.pdf>
16. Robert, A. y Speer, N. (2001). Research on the teaching and learning of Calculus/Elementary analysis. In D. Holton (Ed.), *The teaching and learning of mathematics at university level: An ICMI study* (pp. 283–299). Holland: Kluwer Academic.
17. Salinas, P. y Alanis, J.A. (2009). *Hacia un nuevo paradigma en la enseñanza del Cálculo dentro de una institución educativa*. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa 12(3), 355-382. Recuperado en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/relime/v12n3/v12n3a4.pdf>
18. Steen, L. A. (2003). *Analysis 2000: challenges and opportunities*. In Coray, Furinghetti, Gispert, Hodgson & Schubring (Eds.). Monograph No. 39, 191–210. Genova, Italia: L'Enseignement Mathématique.
19. Trejo, E., Camarena, P., Trejo, N. (2013). *Las matemáticas en la formación de un ingeniero: la matemática en contexto como propuesta metodológica*. Revista de Docencia Universitaria Vol.11 (Número especial, 2013), 397-424 ISSN: 1887-4592
20. Vázquez, J. L. (2001). *Matemáticas, Ciencia y Tecnología: Una relación profunda y duradera*. Departamento de Matemáticas. Universidad Autónoma de Madrid. Disponible en <https://www.mat.ucm.es/~rrdelrio/documentos/jlvazquez.pdf>