



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i3.1397>

Ciencias técnicas y aplicadas

Artículo de revisión

Estrategias de enseñanza de la matemática en la formación de profesionales de la ingeniería

Strategies for teaching mathematics in the training of engineering professionals

Estratégias de ensino de matemática na formação de profissionais de engenharia

Lenin Espartaco Giler-Velásquez ^I
leningiler-mipc@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4986-4913>

Correspondencia: leningiler-mipc@hotmail.com

***Recibido:** 20 de julio de 2020 ***Aceptado:** 20 de agosto de 2020 * **Publicado:** 11 de septiembre de 2020

- I. Magíster en Ciencias de la Educación, Ingeniero Industrial, Docente Investigador de la Facultad de Ingenierías de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Ecuador.

Resumen

A nivel universitario, las matemáticas constituyen una herramienta de apoyo para la formación de profesionales de la ingeniería. Los ingenieros tienen que desarrollar una serie de capacidades profesionales específicas, a partir del aprendizaje de las matemáticas. Por tal motivo, el propósito general de este artículo es establecer estrategias de enseñanza en la formación de profesionales de la ingeniería. La presente investigación se desarrolló tomando en consideración las estrategias didácticas descritas por varios autores. Por tal motivo es un trabajo bajo el enfoque metodológico documental. En esta investigación se describe la enseñanza de la matemática en ingeniería, las estrategias de enseñanza de la matemática en la formación de profesionales de la ingeniería y los principios en la enseñanza. Finalmente, las consideraciones finales abordan lo relacionado a las estrategias de enseñanza empleadas en la formación de futuros ingenieros, para ello debe implementarse que la enseñanza de la matemática a nivel universitario, y sobre todo en la formación de profesionales de la ingeniería debe estar en un constante proceso de reflexión y transformación, como reto de este milenio.

Palabras claves: enseñanza; formación; ingeniería; profesionales; estrategias.

Abstract

At the university level, mathematics is a support tool for the training of engineering professionals. Engineers have to develop a series of specific professional skills, starting from the learning of mathematics. For this reason, the general purpose of this article is to establish teaching strategies in the training of engineering professionals. The present investigation was developed taking into consideration the didactic strategies described by several authors. For this reason it is a work under the documentary methodological approach. This research describes the teaching of mathematics in engineering, the teaching strategies of mathematics in the training of engineering professionals and the principles in teaching. Finally, the final considerations address what is related to the teaching strategies used in the training of future engineers, for this it must be implemented that the teaching of mathematics at the university level, and especially in the training of engineering professionals must be in a constant process of reflection and transformation, as a challenge of this millennium.

key words: teaching; training; engineering; professionals; strategies.

Resumo

No nível universitário, a matemática é uma ferramenta de apoio à formação de profissionais de engenharia. Os engenheiros devem desenvolver uma série de habilidades profissionais específicas, começando pela aprendizagem da matemática. Por esse motivo, o objetivo geral deste artigo é estabelecer estratégias de ensino na formação de profissionais de engenharia. A presente investigação foi desenvolvida levando-se em consideração as estratégias didáticas descritas por diversos autores. Por isso é um trabalho com abordagem metodológica documental. Esta pesquisa descreve o ensino da matemática na engenharia, as estratégias de ensino da matemática na formação de profissionais de engenharia e os princípios do ensino. Por fim, as considerações finais abordam o que está relacionado com as estratégias de ensino utilizadas na formação dos futuros engenheiros, para isso deve ser implementado que o ensino da matemática no nível universitário, e especialmente na formação de profissionais de engenharia, deve ser em um constante processo de reflexão e transformação, como desafio deste milênio.

Palavras-chave: ensino; treinamento; engenharia; profissionais; estratégias.

Introducción

La matemática y la ingeniería desde sus inicios han establecido una dupla que ha coexistido para el beneficio y el progreso de ambas disciplinas; la ingeniería proporciona problemas de fenómenos auténticos a la matemática que le ha permitido tener un instrumento con la cual ha experimentado un desarrollo firme en la solución de muchas dificultades técnicas que se han presentado. Román y Torres (2007) exponen que “tradicionalmente, la ingeniería ha tenido fuertes conexiones con la Ciencia Básica en general y con la Matemática en particular, siendo esta última una herramienta fundamental en toda la diversa gama de procesos de análisis y de cálculo que debe llevar a cabo un ingeniero” (p.216).

La enseñanza de la matemática durante la formación de profesionales de ingeniería interviene al desarrollo cognitivo integral del ser humano, su estudio requiere del análisis de actividades cognitivas básicas, como afirma Duval (2004) que el aprendizaje de las matemáticas constituye un campo de estudio privilegiado para el análisis de actividades cognitivas fundamentales como lo son la conceptualización, el razonamiento, resolución de problemas, incluso la comprensión de textos, por tal motivo, la enseñanza de la matemática en la formación de profesionales de la

ingeniería, y el uso de estrategias pedagógicas debe incluir las habilidades cognitivas orientadas al desarrollo intelectual propio del estudiante, donde éste pueda construir conocimientos en equipo y que pueda conocer, pensar, almacenar, explorar, codificar, relacionar, comparar y analizar problemas matemáticos cotidianos y transformarlos, permitiendo a la vez desarrollar las habilidades matemáticas, el procesamiento de la información y las destrezas críticas-reflexivas que conllevan el estudio de la matemática en la formación profesional.

Por su parte, Vivas (2018) expresa que “las matemáticas han proporcionado, y proporcionan, las herramientas necesarias para desarrollar las aplicaciones científicas y tecnológicas que han hecho posible nuestra actual civilización tecnológica” (p.68). El desarrollo de las competencias en matemáticas dentro de la formación integral del estudiante de ingeniería, debe partir de la realidad que brindan los contextos sociales y naturales, que propicien la generación de conocimientos a partir de actividades de formación que tomen en consideración la cotidianeidad a través de la búsqueda de soluciones a los problemas que se afrontan.

En ingeniería, el uso de las matemáticas es fundamental, debido a la construcción de modelos con aplicaciones reales en electrónica, robótica, mecánica de suelos, hidráulica, procesos productivos e industriales, entre otras. Los futuros profesionales de la ingeniería que opten estudiar carreras técnicas, donde es imprescindible los cálculos deben ser competentes de desarrollar habilidades matemáticas y tecnológicas que les permitan competir en todos los niveles, proponiendo métodos que provean soluciones a problemas sociales y económicos, como la innovación de modernas tecnologías o la creación de nuevos instrumentos que permitan a las empresas perfeccionar sus procesos de producción.

Muñoz (2018), expone que “el estudio de matemáticas va a permitir a los ingenieros desarrollar la capacidad de identificar, interpretar, representar y modelar problemas planteados en la industria, con el objetivo de mejorar los procesos inherentes a estas” (p.1), es decir, que para un profesional de la ingeniería es imprescindible tener conocimientos en matemáticas que basan su especialidad.

Desarrollo

Enseñanza de la matemática en ingeniería

La enseñanza de la matemática en la formación de profesionales de la ingeniería confronta problemas reflejados en el número de aplazados en los primeros semestres de la carrera (Capace,

2015). Así mismo, este mismo autor destaca que los estudiantes presentan dificultades al aplicar los conocimientos matemáticos en la resolución de problemas técnicos como es la identificación del modelo matemático que rige la situación problemática; la selección de las herramientas matemáticas adecuadas al modelo y poca destreza en el manejo de las herramientas matemáticas. Sin embargo, la enseñanza de la matemática contribuye al desarrollo cognitivo en general del ser humano, es decir, necesita del análisis de actividades cognitivas esenciales, como el razonamiento, la conceptualización, la resolución de problemas, y la comprensión de textos. Rico (1995), citado por Capace (2015) reconoce que la importancia del estudio de la matemática es que desarrolla las capacidades de razonamiento lógico, de generalizar, y hacer abstracción; son habilidades potenciadas durante la enseñanza de la matemática, por ello su estudio tiene un alto nivel formativo con objetivos siempre vinculados al desarrollo de habilidades cognitivas.

Los profesionales de las ingenierías deben poseer conocimientos técnicos además de las ciencias puras, en este caso en matemáticas, que sirve para transferir los conocimientos entre las ciencias básicas, el mundo de la industria y la sociedad. Por ello, la formación de ingenieros tiene por objetivos crear profesionales que posean conocimientos basados en matemática que apoyen su especialidad en ingeniería, así como los de la práctica correcta de la misma, en relación a nuevas tecnologías y en la industria; aptitudes para manejar información técnica y estadística; capacidad para desarrollar y emplear modelos de simulación para comprender el comportamiento del mundo físico; competencias para la aplicación de teorías en la resolución de problemas de ingeniería reales, todo esto basado en valores intelectuales, estéticos, afectivos, sociales, físico-biológicos y económicos que permita al profesional de ingeniería laborar con respeto, conciencia y responsabilidad hacia la sociedad y el ambiente.

Por otra parte, García (2014) expresa que sería erróneo considerar que la formación de ingenieros es el resultado de un proceso educativo lineal-secuencial producto de una acumulación cuantitativa de conocimientos específicos y experiencias académicas. Por el contrario, debe ser el producto de la reflexión y la praxis resultantes de una formación, por un carácter transdisciplinar e interdisciplinar propios del mundo actual.

Por tanto, la enseñanza de la matemática en la formación de profesionales de la ingeniería de acuerdo a Trejo et al (2013), debe dejar de ser conservadora, la modalidad eminentemente presencial del profesor en sesiones magistrales debe ser sustituidas por alternativas donde los

estudiantes puedan ser sujetos activos en su formación académica, recalcando la importancia de un buen fundamento matemático por parte de los discentes en donde se integre el saber y saber hacer con el saber ser, es decir, unificar al pensamiento crítico, analítico y reflexivo donde se fomente el trabajo en equipo. De este modo se contribuye a formar estudiantes con actitudes, habilidades y valores necesarios para tener ingenieros con oportunidades de éxito en su formación académica y en su vida profesional. Es importante, que el profesor conjuntamente con la universidad busque estrategias de enseñanza para que el futuro ingeniero reciba, en su formación académica, las herramientas que le permitan tener un excelente desempeño profesional.

Estrategias de enseñanza de la matemática en la formación de profesionales de la ingeniería

De acuerdo a diversos estudios realizados por Mora (2003) y aplicando como método básico de investigación la observación, han expuesto que las sesiones de clases de matemática, en varias naciones, se caracterizan siete fases sobre la enseñanza de la matemática notoriamente diferenciados. Es imprescindible destacar que estas etapas están vinculadas con el enfoque disciplinar que los profesores tienen sobre la pedagogía de las matemáticas y su práctica concreta. A continuación, se describen estas etapas expuestas por éste autor:

- 1. Introducción didáctica:** esta fase se refiere a la manera de iniciar el proceso de enseñanza de la matemática, con la utilización de diversas estrategias pedagógicas por parte del docente, como historias concretas sobre la aplicación real de la matemática en la ingeniería, informaciones en publicaciones relacionadas con el tema a tratar, fenómenos naturales o sociales, ejemplos de la vida cotidiana que está llena de fenómenos que pueden servir para introducir distintos temas matemáticos, entre otras. Esta etapa es importante ya que les brinda a los discentes la posibilidad de vincular la visualización, el lenguaje natural, la manipulación de objetos concretos, la simbolización de hechos con la realidad matemática y el proceso de acción e investigación.
- 2. Desarrollo de los contenidos matemáticos:** actualmente esta etapa se debe realizar de diversas maneras, donde los docentes deben aplicar novedosas estrategias didácticas donde se vinculen los conocimientos matemáticos con la realidad ingenieril. Una de las más sugeridas es que los profesores deben brindar espacio y tiempo a sus estudiantes para que

reflexionen sobre las soluciones factibles a un determinado problema. Se debe trabajar un cúmulo de contenidos esenciales intra o extra matemáticos que deben ser dominados por todos los discentes del curso. El propósito fundamental de realizar esto, es que los estudiantes asimilen nuevos conocimientos o dominen novedosos procedimientos matemáticos.

- 3. Vinculación con otros conocimientos matemáticos:** actualmente es indispensable e importante relacionar diversos conocimientos matemáticos en la resolución de problemas externos o internos a ella. Los profesores tratan de conectar diversas ideas matemáticas, independientemente de su complejidad, cuando están explicando un determinado concepto matemático con otros. Mora (2003), explica que la experiencia didáctica basada en la resolución de problemas, los proyectos y las aplicaciones exigen, con mayor énfasis, la conectividad de los conceptos matemáticos, por ello, la modelación de una situación realista puede necesitar tanto de conceptos de geometría plana como de la elaboración de una ecuación cuadrática.
- 4. Consolidación de los nuevos conocimientos matemáticos:** para una persona que está en plena formación de ingeniería, la consolidación de nuevos conocimientos matemáticos es fundamental ya que la mayor parte de los conceptos puede ser aprendida, en cuanto a las estrategias didácticas asignadas por el docente, la importancia y el significado de los contenidos matemáticos y el interés que muestren los discentes hacia la materia, de esta forma, consolidando mediante la repetición y ejercitación de los procedimientos y reglas trabajados durante las respectivas clases de matemáticas. El aprendizaje de las matemáticas exige paciencia, ejercitación y repetición constante.
- 5. Profundización de los conocimientos matemáticos:** luego de la etapa de consolidación se encuentra la de profundización de cada nuevo conocimiento adquirido a lo largo de la formación básica. Los profesores tienen la responsabilidad de indagar sobre cuáles son los estudiantes que requieren una mayor profundización de algunos contenidos matemáticos. Se debe compendiar temas matemáticos que pueden interesar a unos u otros estudiantes, lo cual facilitaría la profundización de acuerdo con las diferencias individuales de cada uno

de ellos. (Mora, 2003). Esta actividad tendría un nivel de exigencia alto y significativo, para aquellos discentes con mayor interés por las matemáticas.

- 6. Inspección de los nuevos conocimientos matemáticos:** el control durante el desarrollo de enseñanza suministra información a los profesores sobre la efectividad de la enseñanza. Por consiguiente, el éxito de la enseñanza del trabajo pedagógico que se realice en las sesiones de clase. Mora (2003) explica que mientras mayor acción, exigencias motivadoras y buenas estrategias didácticas existan durante el proceso de enseñanza y aprendizaje, mejores serán los resultados obtenidos mediante la inspección de los conocimientos matemáticos de los estudiantes. Para ello, se debe cumplir una inspección de los aprendizajes matemáticos con el fin de retroalimentar el proceso y no el método indicado para aprobar o reprobar la materia. La inspección de los conocimientos matemáticos adquiridos por los estudiantes se hace por medio de la evaluación para la verificación del proceso y los resultados de actividades complejas de enseñanza permite enfocar de otra manera la ayuda o las sugerencias para la continuación del trabajo individual o colectivo.
- 7. Corrección, eliminación de errores y concepciones erróneas:** la concepción de la enseñanza de la matemática centrada en el formalismo matemático ha disminuido la construcción del conocimiento matemático y, en consecuencia, ha eliminado prácticamente el error como un elemento básico del aprendizaje de las matemáticas (Mora, 2013). Los errores en matemática provocan en los discentes un amplio rechazo hacia esta disciplina y limita considerablemente el aprendizaje. Los docentes deben ofrecerles a sus estudiantes suficientes elementos de autocrítica constructiva, con el propósito de apoyar sus propios errores, para perfeccionar su aprendizaje matemático. Se debe destacar que las concepciones erróneas que tienen las personas con el mundo de las matemáticas constituyen un factor importante al momento de aprenderla. Como estrategia, se debe desarrollar la transformación en concepciones matemáticas válidas y ciertas en la enseñanza de la matemática.

Con lo expuesto anteriormente, es importante recalcar que la enseñanza de la matemática en las universidades no solamente explica contenidos matemáticos específicos en un determinado tema,

sino que el objetivo primordial es lograr que los discentes construyan métodos para resolver tanto problemas intra y extra matemáticos como circunstancias complicadas que se presentan a diario en la vida y en la ingeniería. La matemática es una materia que ayuda en las personas a su estructuración y construcción de métodos, así como en las estrategias didácticas puestas en práctica, como la resolución de problemas, la enseñanza por proyectos y las aplicaciones. (Mora 2003).

En el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje, los profesores deben poner en práctica diversas estrategias para lograr los objetivos planteados en el curso de matemática. Estas estrategias pueden ser: que los discentes dominen la terminología de la matemática, reforzar la importancia de las definiciones, presentar las afirmaciones y las proposiciones matemáticas a través de un proceso de indagación, reflexión y discusión, participación en las demostraciones en matemáticas, el aprendizaje constructivo de procedimientos y algoritmos matemáticos.

En relación a lo anterior, desde el punto de vista pedagógico los profesores de matemáticas deben orientar la enseñanza de una forma en que los discentes participen en el proceso de aprendizaje de manera activa. Mora (2003) dice que la tarea no es sencilla y requiere tiempo, trabajo y paciencia. La idea es que esto forme parte de los resultados de un proceso de matematización. Éste debe ser trabajado por los integrantes del curso mediante la reflexión y la discusión colectiva, para que los estudiantes aprendan sobre los objetos y los hechos que caracterizan a los fenómenos, sean éstos sociales o naturales.

Principios en la enseñanza de la matemática en la formación de profesionales de la ingeniería

La enseñanza de la matemática debe estar en constante transformación, en la práctica educativa los cambios se producen muy lentamente, a pesar de la diversidad de estudios sobre modificaciones profundas de la filosofía educativa predominante y de las concepciones didácticas y pedagógicas en las instituciones educativas (Mora, 2004). Actualmente una de las transformaciones más notable sobre la enseñanza en la matemática es el uso de tecnologías de punta como la computadora e internet. La enseñanza de la matemática está sujeta a muchas transformaciones, influenciadas por el progreso de la misma matemática o por el adelanto vertiginoso de disciplinas tales como la didáctica, pedagogía, psicología, informática, entre otras.

La enseñanza de la matemática es sumamente compleja explica Mora (2003), los docentes universitarios deben asumir las consecuencias de la fase preparatoria de aprendizaje que traen los estudiantes cuando llegan a este nivel. Por tal motivo, los docentes deben afianzar preceptos pedagógicos y didácticos aceptados a nivel global. Actualmente existe cierta resistencia a los cambios y transformaciones por las innovaciones didácticas y pedagógicas. Por tal motivo Mora (2003) expuso algunos principios didácticos para la enseñanza de la matemática:

- La enseñanza de la matemática tiene que estar orientada desde que los primeros años de escolaridad de las personas, en sus intereses, capacidades, habilidades y dificultades.
- Dar la oportunidad de que los estudiantes realicen actividades independientes en la relación a la matemática dentro y fuera del aula de manera autónoma de manera independiente, activa, creativa y colectiva.
- Los estudiantes deben obtener por parte de los docentes las respectivas indicaciones claras y detalladas, además de asesorías oportunas durante y después del proceso enseñanza y aprendizaje de la matemática.
- La enseñanza de la matemática se debe organizar de acuerdo a la dificultad progresiva, es decir, que el contenido debe estar ordenado de acuerdo a lo más sencillo a lo más complejo. Los docentes deben realizar la planificación de acuerdo al tema de estudio, las estrategias didácticas y según al curso de formación.
- El docente debe estar atento a las ideas intuitivas y a los conocimientos previos de los estudiantes, esto se conoce como experiencia intransitiva. Mora (2003) manifiesta que la experiencia intransitiva garantiza la existencia de ideas y conocimientos que se acercan a las explicaciones teóricas aceptadas científicamente.
- La utilidad de los conocimientos adquiridos en la formación básica debe estar muy bien explicada y ser muy amplia, interesante, útil y significativamente trascendental para los seres humanos, tratando de no hacer de las matemáticas una actividad sumamente aburrida e inservible. El docente debe fomentar ejercicios desde el punto de vista de las matemáticas y sus aplicaciones ya que los discentes no encuentran ningún sentido a listas interminables de éstos sin utilidad o importancia fuera y dentro de las matemáticas.

- Debe existir el principio de la claridad por parte del docente en relación a la presentación de los conocimientos matemáticos para que el estudiante comprenda éstos. Mora (2003) indica que los conocimientos tienen que ser trabajados en clase mediante la discusión, reflexión y construcción por parte de quienes intervienen en el proceso de aprendizaje y enseñanza.
- El orden y la sistematicidad es un principio que debe existir en cuanto a la estructuración y presentación de los conocimientos matemáticos. Los docentes preparan sus sesiones de clases de manera sistemática y ordenada, lo cual, tendrá un mejor y mayor efecto en los aprendizajes de los estudiantes.

Estos principios en la enseñanza de la matemática en la formación de profesionales de la ingeniería, están conectados entre sí de manera implícita, éstos favorecen a establecer normas socio matemáticas, objetivos, experiencias, aplicaciones, actividades, entre otras. Por supuesto estos principios sobre la enseñanza no son los únicos que existen, ya que van acompañados de acuerdo a las experiencias y vivencias de los docentes de acuerdo a las diversas especialidades.

Por su parte, Trejo et al. (2013), reconoce que mediante la fase didáctica de la matemática en contexto de las ciencias se busca contribuir para que los discentes sean competentes en matemáticas, es decir que sean capaces de resolver problemas en diversos ámbitos de su formación y desarrollo profesional. Se podría decir entonces que las matemáticas es el pilar fundamental en la formación integral de los profesionales de la ingeniería, sin embargo, de acuerdo a investigaciones de estos mismos autores expresan que “los estudiantes manifiestan poco interés por la aplicaciones matemáticas aun cuando es a través de ellas que se resuelven de forma efectiva diversos problemas de la ingeniería” (p.420), por lo tanto se debe modificar la metodología de la enseñanza de las matemáticas buscando estrategias convenientes que los acerquen a su especialización, impulsando en el aula el desarrollo de habilidades y competencias de valoración, reflexión individual y colectiva que le permitan un buen desarrollo personal, social y sobre todo el compromiso de los futuros ingenieros en su formación académica y profesional en el aprendizaje de la matemática.

Consideraciones finales

Las estrategias de enseñanza de la matemática en la formación de profesionales de la ingeniería como recurso didáctico en las sesiones de clases, permiten proporcionar el aprendizaje y la comprensión de éstos cursos. Por ello es imprescindible que los docentes universitarios estén en constante actualización para que estas estrategias se empleen convenientemente.

La enseñanza de las matemáticas debe orientada hacia objetivos formativos de los futuros profesionales de la ingeniería, dándoles su debida importancia y utilidad de los contenidos matemáticos para la aplicabilidad en los problemas laborales cotidianos, es decir, que la enseñanza de las matemáticas debe estar orientada hacia la resolución de problemas realistas.

La enseñanza de las matemáticas debe estar fundamentada en las aplicaciones y la modelación matemática con la ayuda de la computadora y los correspondientes programas, ya que esto desarrolla las habilidades y capacidades en los estudiantes como desenvolvimiento exitoso en la solución de problemas de la vida cotidiana.

Una de las mejores estrategias para la enseñanza de la matemática en la formación de profesionales de la ingeniería es la basada en proyectos, éstos pueden ser incorporados durante el desarrollo de la formación universitaria, ya que a través de ello se hace trabajo cooperativo entre estudiantes, docentes, especialistas y la comunidad en general, partiendo de un problema real de la vida cotidiana, interviniendo de forma integral las personas, el medio ambiente, búsqueda de informaciones en revistas especializadas, bibliotecas, programas computacionales, internet, opinión de especialistas, contenidos de otras materias, entre otras.

La enseñanza de la matemática a nivel universitario, y sobre todo en la formación de profesionales de la ingeniería debe estar en un constante proceso de reflexión y transformación. El desarrollo de reflexión permite considerar la planeación a través de organización de contenidos que oriente gradualmente al logro de los objetivos de aprendizaje por parte de sus estudiantes. Actualmente, valorar por parte de los docentes las estrategias de enseñanza hacia el aprendizaje de la matemática en la formación de ingenieros es de vital importancia para la transformación sobre la nueva manera de abordar la matemática universitaria.

Referencias

1. Capace, L. (2015). La enseñanza de la matemática en ingeniería. http://funes.uniandes.edu.co/8359/1/Cap%C3%ADtulo_8_Ense%C3%B1anza_de_la_Matem%C3%A1tica_LCP.pdf
2. Duval (2004). Semiosis y Pensamiento Humano. Registros Semióticos y Aprendizajes Intelectuales. Universidad del Valle, Colombia. México: Universidad del Valle. Grupo de Educación Matemática.
3. García, J. (2014). Ingeniería, matemáticas y competencias. Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación" E-ISSN: 1409-4703. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44729876015>
4. Mora, C. (2003). Estrategias para el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas. Revista de Pedagogía. ISSN 0798-9792. Rev. Ped v.24 n.70. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-97922003000200002
5. Muñoz, M. (2018). Importancia del aprendizaje de matemáticas en la ingeniería. <https://www.milenio.com/opinion/varios-autores/universidad-politecnica-de-tulancingo/importancia-del-aprendizaje-de-matematicas-en-la-ingenieria>
6. Román, H. y Torres, H. (2007). Matemática e ingeniería: nuevas conexiones. Revista chilena de ingeniería, vol. 15 N° 2, 2007, pp. 216-217. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ingeniare/v15n3/art01.pdf>
7. 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. <https://polipapers.upv.es/index.php/REDU/article/view/5562>
8. Vivas, M. (2018). Las matemáticas, algunas aplicaciones y su importancia. https://www.academia.edu/36943630/las_Matem%C3%A1ticas_su_importancia_y_algunas_aplicaciones_pdf.