




## DESARROLLO DE COMPETENCIAS MATEMÁTICAS EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

## DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL COMPETENCIES IN ENGINEERING STUDENTS

 Carmen Margarita Guzmán Roldán<sup>1a</sup>  
 Miriam María Estrada Huancas<sup>1b</sup>  
 Juan Pedro Soplapuco Montalvo<sup>1c</sup>

Fecha de Recepción : 12 de febrero del 2021  
Fecha de Aceptación: 01 de junio del 2021  
DOI : <https://doi.org/10.26495/rch.v5i1.1621>



### Resumen

La revisión documental efectuada tuvo como objetivo general: Analizar los artículos científicos sobre desarrollo de competencias matemáticas en estudiantes de ingeniería y en el esfuerzo de alcanzarlo se encontraron propuestas y posturas muy variadas. Metodológicamente es de diseño no experimental, según su finalidad es básica, según su alcance, descriptiva; según su naturaleza, cuantitativa, según cronología de los hechos: retrospectivo. Se usó la Técnica: Documental. La muestra la conformaron treinta y tres artículos, clasificados en: cuantitativo, cualitativo y mixto; y según la línea de investigación en la que enfatizan. De la revisión realizada, los resultados obtenidos nos muestran que las investigaciones que abordan el problema desde el enfoque por Competencias son más numerosas con un total de 21%, seguidas de las que optan por la línea de Recursos Tecnológicos y las investigaciones que se orientan a la Contextualización de la matemática con un 18% cada una. Se concluyó que el 81.82% son trabajos de tipo cuantitativo, 12.12% cualitativos y 6.06% son mixtos. Las técnicas e instrumentos utilizados son diversos y sus denominaciones, en los estudios cuantitativos varían según el diseño y el propósito; así como el papel relevante de la matemática en la formación de un profesional de ingeniería. La indagación permitió también descubrir cuan diversas son las inquietudes en desarrollar trabajos que tiendan a solidificar los conocimientos de la ciencia en general y de las competencias matemáticas en particular.

**Palabras clave:** Aprendizaje, desarrollo de competencias, estrategias, ingeniería, matemáticas.

### Abstract

The general objective of the documentary review was: To analyze scientific articles on the development of mathematical competencies in engineering students and in the effort to achieve it, very varied proposals and positions were found. Methodologically it is of non-experimental design, according to its purpose it is basic, according to its scope, descriptive; according to their nature, quantitative, according to the chronology of the events: retrospective. The Technique: Documentary was used. The sample was made up of thirty-three articles, classified as: quantitative, qualitative and mixed; and according to the line of research in which they emphasize. From the review carried out, the results obtained show us that the investigations that address the problem from the Competencies approach are more numerous with a total of 21%, followed by those that opt for the Technological Resources line and the investigations that are oriented to the Contextualization of mathematics with 18% each. It was concluded that 81.82% are quantitative type works, 12.12% qualitative and 6.06% are mixed. The techniques and instruments used are diverse and their names, in quantitative studies, vary according to the design and purpose; as well as the relevant role of mathematics in the training of an engineering professional. The inquiry will also discover how diverse are the concerns in developing works that tend to solidify the knowledge of science in general and of mathematical competencies in particular.

**Keywords:** Learning skills development, strategies, engineering, mathematics.

<sup>1</sup> Universidad César Vallejo, Pimentel-Chiclayo, Perú

<sup>a</sup>. Maestra en Ciencias con Mención en Ingeniería Matemática, [cguzmanro75@ucvvirtual.edu.pe](mailto:cguzmanro75@ucvvirtual.edu.pe)

<sup>b</sup>. Maestra en Ciencias con Mención en Matemática Aplicada, [ehuancasmm@ucvvirtual.edu.pe](mailto:ehuancasmm@ucvvirtual.edu.pe)

<sup>c</sup>. Doctor en Ciencias de la Educación, [smontalvojp@ucvvirtual.edu.pe](mailto:smontalvojp@ucvvirtual.edu.pe)

## 1. Introducción

“El universo está escrito en el lenguaje de las matemáticas”, decía Galileo, ciertamente es un lenguaje que tiene sus complejidades, hay mucho que decodificar, traducir y entender como lo pensó efectivamente Galilei.

La universidad como espacio académico y promotor de la investigación constituye una institución de importancia superior por ser la proveedora de valioso capital intelectual de una sociedad. En ese sentido la calidad de su servicio depende de cuan consistentes y coherentes sean los currículos que contienen los aprendizajes de los estudiantes. Específicamente la asignatura de matemática, en las carreras de ingeniería tiene, un peso fundamental por cuanto constituye una herramienta clave en la resolución de problemas científicos.

Tanto la enseñanza como el aprendizaje de las matemáticas son procesos sociales complejos, teórica y metodológicamente, en los cuales la interacción e intersubjetividad de los sujetos son la esencia que hace posible la enseñanza y el aprendizaje. Es la potencialidad desarrolladora del sujeto, su capacidad para aprender y aprehender y estar en continuo proceso de construcción de conocimientos lo que desarrolla la competencia a partir de un proceso que integra conocimientos, habilidades y actitudes.

No son pocas las dificultades con las que tienen que lidiar quienes asumen la responsabilidad, como guías y facilitadores, de conducir el proceso de enseñanza aprendizaje, así pues es un trabajo permanente de la práctica docente hacer meta cognición en el reconocimiento del estilo docente para investigar, innovar y generar nuevas estrategias que involucren recursos, materiales y tecnologías con el objetivo de impactar positivamente en el desarrollo de la competencia matemática en los estudiantes de ingeniería.

El material revisado nos hace ver que los contenidos de matemática son tan diversos como también lo son sus aplicaciones y es allí precisamente en que la crítica aparece, la matemática por su elevado nivel de abstracción se la veía distante de la aplicación práctica, y tal vez reducida a la veloz resolución de ejercicios y la obtención de un resultado casi de manera automática cuando la realidad nos demuestra que la matemática es eminentemente social, la tenemos concretizada en los hechos económicos, los procesos de producción, los fenómenos atmosféricos, las aplicaciones tecnológicas, el costo de vida, hasta todo lo que comprende cuantificar y explicar una pandemia. Por todo ello la resolución de problemas es una actividad importante y fundamental dentro de la matemática cada uno con sus complejidades, pero aplicada al entorno social, económico, cultural, etc.

En otra arista de la revisión, de acuerdo con Dalfaro, Demuth, Aguilar, y Del Valle (2013) se encontró que muchos docentes del pregrado descubren desfases entre la secundaria y la universidad; y según García, Alvarado, y Vázquez (2019) entre la universidad y la práctica profesional. El estudiante universitario llega a la educación superior con serias deficiencias matemáticas que no le permiten avanzar en los cursos matemáticos, de la carrera, con mayor solvencia y madurez.

Es evidente entonces, considerando el marco de las observaciones anteriores, que la competencia matemática no es una fortaleza de los estudiantes. Entonces ¿Qué se ha investigado del desarrollo de competencias matemáticas en estudiantes de ingeniería?, es la interrogante que se hace al identificar los poco auspiciosos resultados que en esta materia obtienen los estudiantes de ingeniería, y se abordan porque es necesario analizar aspectos inherentes que persisten en el proceso enseñanza aprendizaje que no contribuyen en el desarrollo satisfactorio de la competencia matemática de los estudiantes de ingeniería.

Sobre la base de lo señalado se planteó como objetivo general: Analizar los artículos científicos sobre desarrollo de competencias matemáticas en estudiantes de ingeniería. Para lograr este objetivo se establecieron tres objetivos específicos: Identificar los tipos de investigación de los artículos revisados, examinar las líneas de investigación desarrolladas en los mismos e identificar las técnicas e instrumentos más frecuentemente utilizados en las investigaciones cuantitativas.

Trejo y Camarena (2013) anotan el modo conservador de la enseñanza universitaria de la matemática, describiéndola como “una metodología eminentemente presencial del docente como protagonista en sesiones magistrales las que deben ser reemplazadas por nuevas alternativas donde los estudiantes sean sujetos activos en su formación académica” (p. 398). En esa misma línea González y Patarroyo (2014), destacan “el interés por parte de profesionales y organismos en mejorar o actualizar los procesos educativos”, (p. 163), de manera que las competencias específicas del profesional egresado de la carrera de ingeniería este acorde con las expectativas y necesidades de mayor interés por parte de las empresas. En concordancia con lo citado, Carbajal, Félix y Hernández (2015), analizan también la reestructuración del plan de estudios de la especialidad de ingeniería mecatrónica con el propósito de impregnarle identidad y coherencia al perfil del egresado, concluyendo con el logro de dicho objetivo (p. 1, 10).

En lo recogido por Rodríguez y Quiroz (2016), la enseñanza habitual y corriente de la asignatura Ecuaciones Diferenciales se encuadra en la exposición de una secuencia de pasos analíticos que llevan a la obtención del resultado del problema matemático sin tomar en cuenta el contexto. Martínez (2016), observó: escasos conocimientos matemáticos en los estudiantes, adquiridos en su educación básica y media, quizás porque la enseñanza se focalizó al desarrollo de algoritmos y no se dio la debida importancia a potencializar la resolución de problemas prácticos (p. 268). En ese marco de observaciones Trejo, Camarena y Trejo (2013) han abordado el problema planteando un modelo de “sincronización de competencias específicas del ingeniero industrial” que parte de la “verificación en el currículo de las competencias” que va a desarrollar el estudiante de ingeniería industrial, y la “articulación entre la educación universitaria y las competencias solicitadas por el mercado laboral. (p. 167).

Por su parte Vásquez, Romo y Trigueros (2015) observaron que:  
[...] siendo las matemáticas una ciencia que nos acerca a otros conocimientos se consolida además con destrezas que el profesional de la Ingeniería necesita para responder a los retos laborales del mercado. La modelación matemática, es un nexo entre la teoría matemática y la práctica cotidiana, [...] por tanto una opción didáctica, que accionan en el estudiante el pensamiento crítico y sistémico, necesario para su formación ingenieril (p. 50).

Camarena (2012) en su planteamiento de modelación Matemática expone como [...] factores relevantes del mencionado proceso de modelación a todos aquellos que involucran las cualidades no solo cognoscitivas, sino también psicológicas y afectivas de los estudiantes; por parte de los docentes son importantes los conocimientos y conceptos [...] (p. 51). Plaza recoge estas experiencias y en su investigación explica la utilización de modelos matemáticos como una estrategia didáctica en la formación de los futuros ingenieros. Asimismo, Plaza (2015) plantea:  
[...] nuevas estrategias didácticas aplicadas en el proceso de enseñanza de la matemática en ingeniería, como actividades de campo o pruebas de laboratorio, demuestran eficacia en el logro de un mayor nivel de comprensión de las distintas manifestaciones y procesos a contextualizar como parte de la estrategia de MM por parte de los estudiantes; (p. 53)

Plaza (2017) concluye que, de los análisis realizados, la modelación matemática abre “posibilidades de relacionar el conocimiento académico, de las aulas, y la situaciones que se presentan en el mundo laboral”, (p. 56), resalta que el procedimiento didáctico de la modelación matemática es eficaz impulsador no solamente de las competencias de los estudiantes sino también en la creación de una renovada percepción de esta ciencia exacta, que es la matemática, y de la ingeniería (p. 56); asimismo, también se presentan y descubren eventos y oportunidades que nos permiten vincular el conocimiento académico acumulado en las aulas, a la realidad práctica de los hechos que nos muestran el mundo laboral y social” (p. 56).

En lo recogido por Rodríguez y Quiroz (2016), ellas encuentran que predominan los métodos en que todo está limitado a “una serie de procedimientos analíticos sin contexto” (p. 101). Sostienen las autoras que: El nuevo perfil de los estudiantes de ingeniería debe contemplar necesariamente el progreso y fortalecimiento [...] de competencias que doten al estudiante de habilidades para trasladar los conocimientos académicos a la aplicación práctica en determinados contextos y situaciones de la vida diaria [...] (p. 101). De acuerdo con estos razonamientos Rodríguez y Quiroz (2016) comentan que: [...] en los contenidos curriculares de Matemáticas en el campo de la Ingeniería siempre ha estado presente el cuestionamiento, entre el cómo y el qué enseñar, es decir, las metodologías o técnicas didácticas utilizadas y los contenidos [...] para el desarrollo de Ecuaciones Diferenciales se propuso una enseñanza basado en los modelos matemáticos. (p. 102).

En efecto y como lo sostienen Fernández y Duarte (2013), “Existen diversas metodologías que buscan acercar al estudiante a la solución de problemas del mundo real” (p. 30). En ese mismo sentido destacan, citando a Restrepo (2005): [...] el Aprendizaje Basado en Problemas, ABP, esta metodología focaliza el aprendizaje del estudiante en la resolución de problemas abiertos, dirigidos a una situación concreta y por lo tanto más próximos a su quehacer profesional”, para ello es necesario interrelacionar los conocimientos adquiridos trabajando con visión multidisciplinar y transversal. Fernández y Duarte (2013), afirman que:

Una importante ventaja del Aprendizaje Basado en Problemas, que impulsó su elección como Estrategia Pedagógica a ser aplicada para desarrollar competencias específicas en los futuros Ingenieros, está en el hecho que lleva a los estudiantes al aprendizaje simulando situaciones reales, de esta manera se fomenta que lo aprendido se comprenda y no solamente se memorice. Asimismo, se valoró que el ABP permite la experiencia del trabajo multidisciplinar al integrar el conocimiento de varias disciplinas para dar solución al problema de modo integral y dinámico (p. 31).

Martínez (2016), manifiesta que después de intervenir una población, dos grupos de estudiantes de primer ciclo de ingeniería industrial [...], aplicando instrumentos en los grupos control y experimental, “Se probó la eficiencia de la aplicación de situaciones didácticas en el fortalecimiento de conocimientos matemáticos aplicados a problemas de ingeniería” (p. 269). Como se puede observar, Martínez (2016) realizó un trabajo mixto fundamentado en la Ingeniería Didáctica, desarrollada por Michele Artigue, el cual propone que “Para desarrollar competencias matemáticas en estudiantes de ingeniería, se debe realizar un estudio reflexivo de la secuencia de enseñanza, esto es, revisar objetivos, contenidos y saberes previos” (p. 260).

Sampedro (2011), propone un sistema de tareas en las que sea el estudiante el impulsor de su propio avance cognitivo y lo aplique en la resolución de problemas” (p. 6). Para alcanzar este propósito

explica Sampedro, el estudiante “usará la tarea como primer paso del proceso docente educativo, donde bajo la dirección y orientación del profesor, gestiona su conocimiento de manera responsable, crítica y reflexiva (p. 6). Concluye que:

Gestionar el conocimiento matemático es de fundamental interés para el fortalecimiento de los aprendizajes, y es el resultado de relaciones e interacciones del sujeto en tanto sujeto de aprendizaje El sistema de tareas [...] ha producido un cambio en los estudiantes, disminuyendo la tendencia a la memorización, y trabajando cooperativamente con sus compañeros (p. 9)

Es necesario saber del tema para conocer el estado del arte en que se encuentra. Como se han venido desarrollando las investigaciones en la materia y qué características tiene el cúmulo de conocimientos que estamos revisando, así como también de qué manera y en qué línea es necesario abundar o incidir para enriquecer y complementar a lo ya aportado al campo científico.

El tema materia de la presente revisión llama a la reflexión no solamente a los investigadores, quienes son los llamados a profundizar aún más en él con metodologías, estrategias, técnicas didácticas y factores vinculados; sino también a autoridades de manera que las investigaciones cuenten con los necesarios auspicios para que se concreten.

Las preferencias investigativas están impregnadas de innovación, un ejemplo nos lo dan Santiago, Hernández y Quezada (2016), quienes en *El aprendizaje Basado en Retos* (p. 1) combinan la tarea de difusión científica y el empleo de módulos con los contenidos que desarrollarán los estudiantes para cumplir con el reto de difundir la ciencia matemática, como sostienen los autores esta es una metodología derivada del *Aprendizaje Basado en Problemas*. Esta metodología considera al reto como una experiencia diseñada para exponer al estudiante a una situación que despierte su interés, sea atractiva y además constituya un desafío del entorno, es una situación de emplazamiento al estudiante exigiéndole una respuesta, que el tendrá que resolver de manera colaborativa, multidisciplinar y que además no presenta una solución única”. [...].

“El empleo de las Metodologías de Aprendizaje Colaborativo, de problemas y retos permite que los estudiantes obtengan mayor seguridad y confianza en sí mismos, de esta manera se encuentran mejor motivados para enfrentar y resolver situaciones de mayor complejidad”, (Santiago, Hernández y Quezada, 2016, p. 9).

Así mismo Martínez (2016) hace referencia a la ingeniería didáctica (p. 266), “como una metodología que establece una secuencia de sesiones de clase coherentemente concebidas, organizadas y articuladas por un profesor-ingeniero” (p. 266), para llevar a cabo un proyecto de aprendizaje de un determinado contenido matemático. Sostiene Martínez que:

[...] tanto en las entrevistas como en la aplicación de las fases de la metodología ID, se presentaron dificultades, esto no hace más que reflejar serias limitaciones en los conocimientos matemáticos [...] debido a que la enseñanza estuvo centrada en el desarrollo de algoritmos dándose poca importancia a potencializar la resolución de problemas que se originan en la práctica misma.

D’Amore (2008) expresa: “se requiere que el alumno enfrente problemas nuevos, no sólo ejercicios, para medir su capacidad de proyectarse, de arriesgar, haciendo uso de conocimientos aún no del todo asimilados”. Por las consideraciones anteriores cabe señalar que en efecto el desarrollo de la competencia matemática ha suscitado, y lo sigue haciendo, numerosas demostraciones de interés en investigar sus avances.

Como se ha podido observar los trabajos son variados en enfoques, propuestas y tipos de investigación; y se abordan porque como responsables del proceso de aprendizaje, la discusión, el debate y los nuevos planteamientos que se generan permitirá al docente mejorar la organización de los aprendizajes, asimismo innovar en el diseño y planificación de los contenidos y actividades que permita motivar el impulso necesario para una adecuada construcción de las competencias matemáticas por parte del estudiante en el logro de este objetivo.

La exigencia en que el tema sea abordado nace de las evidencias que como docentes se experimenta en nuestra práctica diaria, así como las experiencias de pares que han trabajado el tema en otros contextos geográficos, los trabajos revisados nos informan que no solamente se debe trabajar en el plano netamente académico sino que también es de gran influencia el plano subjetivo porque siendo la matemática eminentemente social por tanto interrelacional, la actitud es un factor muy importante, si bien es cierto la competencia comprende el desarrollo de tres factores que son el conceptual, procedimental y actitudinal, a este último no se le ha prestado toda la atención que merece y que si se le ha dado al factor cognitivo. El estudiante (ser humano) no solamente es sujeto receptor de contenidos inteligibles sino también es un ser que tiene emociones; en efecto, de acuerdo con este razonamiento, Álvarez y Ruiz (2010) resaltan que:

[...] investigaciones realizadas en las últimas décadas sobre la problemática de la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas se han enriquecido considerablemente con la inclusión de variables de tipo afectivo y socio-culturales, resaltando la importante influencia que la cultura y la sociedad tienen en este proceso educativo (p. 231).

Medina, Villalón y Arellano (2015), identificaron también un desfase entre los conocimientos con los que arriban los estudiantes de nuevo ingreso y los que necesitan para afrontar los nuevos contenidos de la educación superior en materia de matemática, física y química incrementado el número de rezagados y desertores (p. 10).

En esa misma línea Villalón, Medina y Bravo (2015) plantearon la necesidad de conocer los saberes previos de los estudiantes de ingeniería y determinar si son los suficientes para que alcancen resultados satisfactorios en el curso de su preparación superior, los investigadores concluyeron que, lo obtenido pone en evidencia la necesidad de poner en marcha acciones que propicien una mejora de sus competencias previas, de manera tal que enfrenten la educación superior en ingeniería con mayor solvencia académica (p. 9).

Asimismo Villalón, Medina y Bravo (2014) trabajaron prospectivamente en: Importancia de las competencias matemáticas en el contexto de las carreras de ingeniería realizando un análisis de los beneficios que aporta a los futuros ingenieros el logro de sólidas competencias en matemáticas a partir de su propuesta denominada Metodología de la Matemática en el Contexto de las Ciencias, al respecto concluyen que fortalecer las competencias matemáticas en el proceso de formación se reflejará en competencias profesionales que lo llevaran al éxito laboral (p. 6).

Se observa que las debilidades académicas en matemáticas es un tema de recurrente inquietud investigativa por cuanto también Torres y Campos (2015) se adentraron en ello es así que realizaron un trabajo en el que aplicaron un examen diagnóstico llegando establecer limitaciones específicas vitales para la ingeniería (p. 325).

En otra perspectiva tenemos a Michel, Pérez y Pelayo (2016), proponen los investigadores, como contrapartida a métodos clásicos, el empleo de proyectos modulares porque según concluyen, la

propuesta modular organizada en actividades con objetivos previamente establecidos, pueden ofrecer importantes logros si se cuenta con los necesarios recursos y la adecuada organización para ello los autores presentan una Rubrica que evalúa la calidad de los módulos (p. 8). Cabe mencionar también que Michel, Pérez y Pelayo (2015) abordaron ya el tema modular proponiendo una metodología para llevar a cabo innovaciones en el diseño curricular que sirva de sustento para la aplicación de una estructura modular en la enseñanza de la matemática. (p. 7).

Una óptica interesante constituye también el trabajo de Alvarado, García y Cid (2018), al proponer el desarrollo de actividades de investigación basadas en situaciones que se originan en el contexto social, los investigadores fundamentan sus ideas en que tales vinculaciones fortalecen las competencias académicas de los estudiantes y efectivamente los resultados demostraron que tuvieron una mejor comprensión de los temas y mayor integración de los equipos de trabajo (p. 10). Por ese mismo cauce de contextualización de los contenidos investigaron también García, Alvarado y Vázquez (2019), insistiendo en la vinculación de las actividades entre el aula y la empresa, desarrollaron un trabajo de investigación acción siendo una de sus más importantes conclusiones:

Las visitas a las unidades económicas constituyen experiencias muy recomendables en opinión de los mismos estudiantes ya que ello le da verdadero sentido a las asignaturas de matemática y química, que no mostraban en el proceso frontal tradicional docente – estudiante (p. 9).

De la misma forma se manifiesta Haro (2015) al plantear modificaciones a los planes de estudio para hacerlo innovador y flexible a los avances que se van dando, considera que se debe tener en cuenta características propias de cada especialidad de la ingeniería con el objetivo que respondan a las exigencias del mercado laboral, concluyó que se debe desarrollar actitudes y fortalecer habilidades que permitan al egresado acoplarse exitosamente en el ámbito laboral específico (p. 9).

Alvarado, Cid y Laguna (2015), trabajaron teniendo como realidad problemática la carencia de un texto adecuado para desarrollo del curso Calculo Diferencial por consiguiente su planteamiento fue el de diseñar un libro basado en el enfoque por competencias que según las conclusiones de los autores rebasa su concepción original (p. 9). Martínez, Soberanes-Martín y Sánchez (2017) sostienen la necesidad de contar con el enfoque constructivista donde sea el estudiante el que construye su propio aprendizaje como eficaz medio para superar el ínfimo nivel operativo que muestra en matemáticas. En sus conclusiones muestra evidencias de las debilidades de los estudiantes en dicha materia (p. 24).

Las TIC o Tecnologías de la Información y Comunicación llamadas, en el contexto educativo, TAC Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento, están también presentes en el recorrido bibliográfico realizado. Garza, Martínez y Treviño (2015), destacan el valor que agrega el uso de la tecnología en el desarrollo de cursos para ingeniería, ellos concluyeron que es un gran apoyo al momento de despejar dudas y allanar dificultades en el curso de diseño electrónico, así como en lenguaje del algebra Booleana (p. 5).

García y Benítez (2011) recurrieron a la plataforma MOODLE para el desarrollo de competencias matemáticas, el entorno permitió reconocer formas de interacción entre los estudiantes y concluir que estas no se dan de manera espontánea, sino que requieren de previa planificación de parte del docente (p. 40). Una estrategia didáctica, aplicada a la materia de ecuaciones diferenciales, fundamentada en la teoría de registros (creada por Duval) y utilizando calculadora, se aplicó por medio de un experimento, tomándose una prueba antes y después de la intervención; una importante conclusión a la que llegaron De Las Fuentes, Arcos y Navarro (2010) fue la eficiencia lograda en el uso del tiempo privilegiando habilidades analíticas e interpretativas (p. 42).

Los recursos tecnológicos o también recursos didácticos como las Apps han contribuido grandemente en los procesos de enseñar y aprender, Vergel, Martínez y Zafra (2015) se propusieron determinar cómo influye este software (específico) en el rendimiento de los estudiantes de ingeniería en ecuaciones diferenciales. El resultado fue positivo tanto en la percepción hacia la materia como en los niveles de auto concepto y reducción de ansiedad (p. 199).

Que el tránsito de un nivel educativo a otro de mayor nivel produce cambios y asunción de retos y compromisos, qué duda cabe, sin embargo, una estrategia de apoyo al joven estudiante es posible, y eso es lo que proponen Laguna y Cid (2018) al poner en práctica un plan piloto mentoría académica entre pares, vale decir una transmisión de conocimientos horizontal.

El trabajo arrojó resultados positivos desde el punto de vista social, afectivo y académico (p. 9). Similares experiencias científicas nos aportan Nájera y Nájera (2015), al proponer un programa de tutoría para aspirantes a superior que los impulse en su preparación académica otorgándoles mayores opciones de éxito; en conclusión, se obtuvo mayor porcentaje de aprobados (p. 8).

Serrano, Sosa y Martínez (2015), proponen como estrategia de trabajo la colaboración entre estudiantes y docentes de ingeniería en el desarrollo de proyectos, se hace uso intensivo de Tecnología (TICs) se pone énfasis en generar nuevas ideas atendiendo el carácter innovador y creativo que lleva implícito este proceso colaborativo (p. 9).

Para finalizar este recorrido bibliográfico citamos a García, Coronado y Montealegre (2011), en “Formación y desarrollo de competencias matemáticas: una perspectiva teórica en la didáctica de las matemáticas”, plantean una posición teórica relativa al proceso de formación y desarrollo de competencias matemáticas fundamentado en el enfoque sociocultural, en este marco una principal conclusión es:

que se debe recobrar el uso social de las ciencias; promover la funcionalidad del conocimiento, como herramienta útil en situaciones del contexto científico, cotidiano, cultural y social de los estudiantes; reconocer la naturaleza del conocimiento como creación humana, producto de la actividad humana situada histórica, geográfica, política, económica y culturalmente, lo que tiene implicaciones en la formación integral del ciudadano, y como tal ejercite plena y libremente sus derechos y deberes democráticos.

En el marco de estas observaciones, es evidente entonces que se debe ir más allá del rigor de la demostración y la exactitud numérica y acercarnos a la afectividad del sujeto como impulsora de sus aprendizajes.

## **2. Materiales y métodos**

Enfoque de investigación: Investigación cuantitativa.

Según su finalidad es básica, según su alcance es descriptiva, según su naturaleza: cuantitativa, según cronología de los hechos: retrospectivo, según el alcance temporal: transversal.

Diseño de investigación: No experimental

Técnica: Documental

Instrumento: Registro de datos.



Población todos los artículos científicos sobre competencias matemáticas de la base de datos de SCOPUS, SCIELO, EBSCO, REDALYC, DIALNET.

Muestra: Treinta y tres artículos revisados, sobre competencias matemáticas en estudiantes de ingeniería. La lectura y revisión de contenidos condujo luego a su integración al presente trabajo, dicho proceso como todo acto responsable se realizó teniendo en cuenta y respetando los principios éticos cuales son los de otorgar reconocimiento y crédito a las ideas y trabajos de los científicos e investigadores, así como usar la obra intelectual sin alterar o cambiar la esencia o el sentido de su opinión.

Muestreo: No probabilístico también llamado por conveniencia es una técnica en la cual el investigador selecciona las unidades de investigación según su juicio e intención (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p. 189). Se eligieron los artículos que a juicio del investigador cumplieran con los requisitos que requiere la investigación que son los de contener o tratar el tema específico como es competencia matemática en la carrera de ingeniería.

Instrumento: Ficha de registro.

Fuente: secundaria.

Se seleccionaron artículos cuyo contenido expone o está relacionado a la variable Desarrollo de competencias matemáticas en ingeniería. Siendo la unidad de análisis: un artículo científico.

Los medios que se usaron para llevar adelante la investigación fueron tanto físicos como virtuales: laptop, internet, páginas web, Google académico. Se realizó la revisión en el periodo de tiempo comprendido entre 20 de setiembre del 2020 a 20 de enero 2021. Dada la situación de emergencia por la que se está pasando, las actividades de búsqueda se desarrollaron en espacios virtuales teniendo a nuestro gabinete como espacio físico.

La búsqueda se realizó con el motor de búsqueda Google Académico, considerando las revistas científicas indizadas. De la variable en estudio: El desarrollo de la competencia matemática en estudiantes de Ingeniería se ha podido conocer que esta es posible abordarla desde variados ángulos; el interés y la necesidad porque el futuro profesional de la ingeniería alcance niveles satisfactorios en matemáticas hace que docentes e investigadores desarrollen, en pos de eliminar brechas académicas, nuevos planes de estudio o reestructuren los existentes, propongan nuevas metodologías, estrategias etc.

### 3. Resultados

**Tabla 1**

*Clasificación de los artículos por tipo de investigación para el análisis de desarrollo de competencias matemáticas en estudiantes de ingeniería*

| Tipo         | Nº | %      |
|--------------|----|--------|
| Cuantitativa | 27 | 81.82  |
| Cualitativa  | 4  | 12.12  |
| Mixta        | 2  | 6.06   |
| Total        | 33 | 100.00 |

Fuente: Artículos revisados

Las investigaciones cuantitativas usaron instrumentos como los exámenes para medir los conocimientos de los estudiantes y así verificar el avance en el desarrollo de sus competencias matemáticas. Los trabajos cualitativos desarrollaron una labor descriptiva como por ejemplo describiendo propuestas metodológicas o también revisiones bibliográficas y los mixtos realizaron un trabajo tanto descriptivo como de utilización de instrumentos de medición.

**Tabla 2**

*Clasificación de los artículos según línea de investigación para el análisis de desarrollo de competencias matemáticas en estudiantes de ingeniería*

| Línea de la investigación       | Nº        | %             |
|---------------------------------|-----------|---------------|
| Matemática contextualizada      | 6         | 18            |
| Actitudes                       | 1         | 3             |
| Por competencias                | 7         | 21            |
| Recursos tecnológicos           | 6         | 18            |
| Aprendizaje Basado en Problemas | 1         | 3             |
| Sociocultural                   | 1         | 3             |
| Modulares                       | 3         | 9             |
| Mentoría académica              | 1         | 3             |
| Modelo didáctico                | 1         | 3             |
| Tutoría institucional           | 1         | 3             |
| Modelación matemática           | 2         | 6             |
| Aprendizaje Basado en Retos     | 2         | 6             |
| Comparativo                     | 1         | 3             |
| <b>Total</b>                    | <b>33</b> | <b>100.00</b> |

Fuente: Artículos revisados

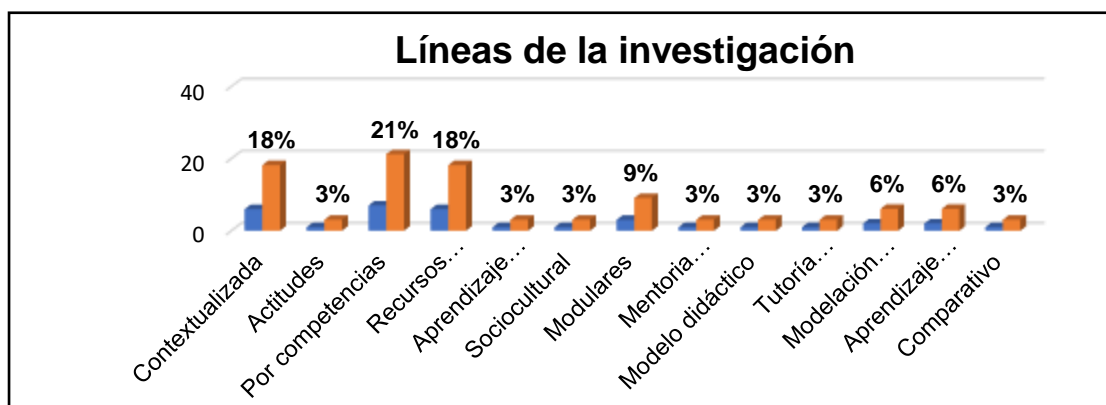


Figura 1. Porcentajes de las líneas de investigación en el análisis de desarrollo de competencias matemáticas en estudiantes de ingeniería

De la revisión realizada, los resultados obtenidos nos muestran que las investigaciones que abordan el problema desde el enfoque por Competencias son más numerosas con un total de 21%, seguidas de las que optan por la línea de Recursos Tecnológicos y las investigaciones que se orientan a la

Contextualización de la matemática con un 18% cada una; después de ellas tenemos a las que plantean propuestas en base a Módulos que representan el 9% del total revisado; los artículos correspondientes a líneas sobre Modelación Matemática así como la línea de Aprendizaje Basado en Retos ABR representan cada una el 6% de. Finalmente alcanzan un 3% cada una las líneas con enfoque en Actitudes, Aprendizaje Basado en Problemas, enfoque sociocultural, Mentoría académica, Modelo Didáctico, Tutoría institucional y Comparativo de planes de estudio.

**Tabla 3**

*Técnicas e Instrumentos de evaluación usados en los trabajos cuantitativos para el análisis de desarrollo de competencias matemáticas en estudiantes de ingeniería*

| Nº           | Técnicas e instrumentos de evaluación             | CANTIDAD  | %             |
|--------------|---|-----------|---------------|
| 1            | Encuesta  | 8         | 28.57         |
| 2            | Examen escrito de ejercicios y problemas          | 1         | 3.57          |
| 3            | Examen por etapas                                 | 2         | 7.14          |
| 4            | Examen  | 3         | 10.71         |
| 5            | Autoevaluación                                    | 2         | 7.14          |
| 7            | Prueba piloto                                     | 1         | 3.57          |
| 8            | Pre test  | 1         | 3.57          |
| 9            | Entrevista  | 2         | 7.14          |
| 10           | Instrumento de diagnóstico                        | 1         | 3.57          |
| 11           | Pruebas estandarizadas                            | 1         | 3.57          |
| 12           | Examen de exploración                             | 1         | 3.57          |
| 13           | Rúbrica de evaluación de instrumento              | 1         | 3.57          |
| 14           | Instrumento de análisis de metodología curricular | 1         | 3.57          |
| 16           | Pruebas   | 1         | 3.57          |
| 17           | Instrumento de evaluación                         | 1         | 3.57          |
| 18           | Prueba objetiva                                   | 1         | 3.57          |
| <b>TOTAL</b> |   | <b>28</b> | <b>100.00</b> |

Fuente: Artículos revisados

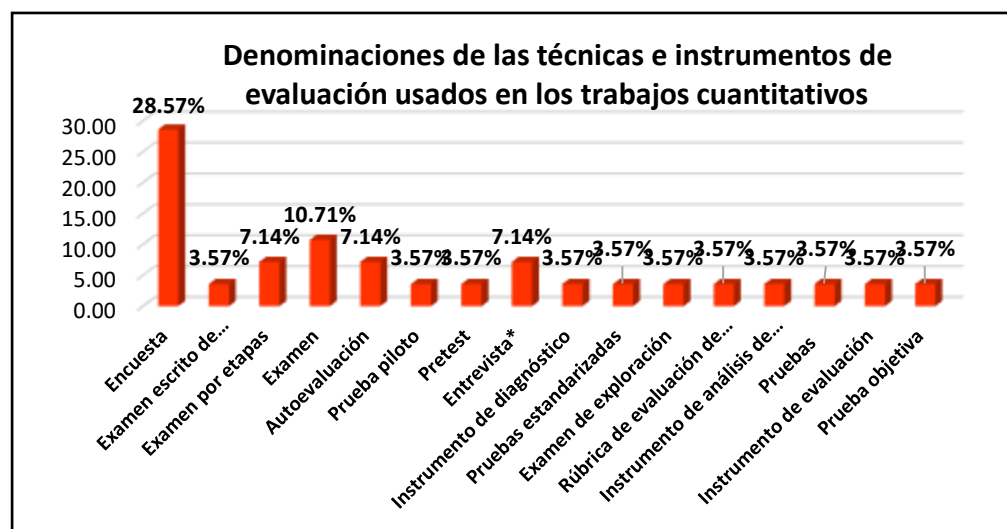


Figura 2. Porcentajes de técnicas e instrumentos utilizados en los trabajos cuantitativos.

La figura 2 nos muestra los tipos de instrumentos que utilizaron los autores en sus trabajos, asimismo la frecuencia en que estos instrumentos se repiten en los artículos revisados. Tenemos entonces que la técnica que con más frecuencia se ha utilizado es la encuesta, un 28.57% de investigaciones lo incluye como parte de su metodología. Le siguen en segundo término con 10.71% el examen, con 7.14% tanto

el examen por etapas, la autoevaluación, y la técnica de la entrevista; en menor porcentaje están el examen escrito de ejercicios y problemas, la Prueba piloto, el Pretest, el Instrumento de diagnóstico, las Pruebas estandarizadas, el Examen de exploración, la Examen de exploración, el Instrumento de análisis de metodología curricular, las Pruebas, el Instrumento de evaluación y la Prueba objetiva con un 3.57%.

#### **4. Discusión**

El desarrollo de la competencia matemática en el estudiantes e ingeniería es un tema desarrollado por los investigadores en diversos enfoques, así tenemos que en su mayoría los trabajos son cuantitativos.

La competencia conocida como la capacidad del ser humano de llevar a cabo una tarea con un resultado satisfactorio combina diversas habilidades para resolver una problemática determinada, el ser competente incluye también el ser capaz de adaptarse ante una situación de contingencia. Como lo señala Martínez (2016), en sus conclusiones: “Para desarrollar competencias matemáticas en estudiantes de ingeniería, se debe realizar un estudio reflexivo de la secuencia de enseñanza, conllevando a revisar los objetivos, los contenidos y las nociones previas, además de los conocimientos e intereses de los alumnos” (p. 269). En esa misma línea se manifiesta también Dalfaro et al (2013) al realizar un trabajo que empieza desde el origen mismo de la concepción de competencia analizando el componente metodológico “como condicionante del objeto de estudio y un claro e intenso ejercicio de construcción de competencias investigativas superiores” (p. 9).

En otra perspectiva Santiago, Quezada y Martínez (2016) enfatizan en el aprendizaje basado en retos en la que las situaciones complejas propuestas fomentan y desarrollan competencias en la resolución de problemas entre otros.

Un desarrollo importante es el que realizó Sánchez (2015), donde demostró que las herramientas computacionales impactaron positivamente en las competencias de los estudiantes en Geometría analítica y cálculo diferencial. (p. 9).

#### **5. Conclusiones**

Al término de la revisión bibliográfica efectuada y después de analizar los resultados a los que se arribaron se reconoce el papel relevante de la matemática en la formación de un profesional de la ingeniería, todos los estudios coinciden en este punto y en el de vincular el conocimiento académico con la realidad de la práctica.

Concluyendo así, que el 81.82% son trabajos de tipo cuantitativo, 12.12% cualitativos y 6.06% son mixtos.

Como se puede observar se han identificado investigaciones en su mayoría cuantitativa, así como también cualitativas y mixtas con menor frecuencia. Tanto los estudios cuantitativos, que son mayoría, como los cualitativos y mixtos, son tácitamente innovadores, porque proponen o defienden nuevas metodologías y estrategias al tiempo que exigen un cambio en el estado de cosas que según ellos no abona en el desarrollo de la competencia matemática. Los docentes, como agentes de cambio, proponen dejar de lado la excesiva abstracción y mecanicismo de la matemática de escritorio y pasar a realizar un trabajo más contextualizado en relación e interacción con el entorno social y concreto que es quien plantea los problemas.

Se encuentran trabajos que destacan la, innegable, importancia de los recursos tecnológicos y los significativos logros obtenidos, los trabajos sobre Proyectos Modulares que estimulan el desarrollo

cognitivo del estudiante al investigar y buscar soluciones a problemas de la realidad, estos tienen la misma línea que los contextuales, tienen similares características las propuestas de Modelación matemática. También está presente el enfoque por competencias que enfatiza en el saber ser, hacer, conocer; que supone un trabajo de largo aliento y en conjunto con todos los actores.

La técnica de la encuesta fue la más usada en los trabajos realizados, tal como se ha visto las técnicas e instrumentos identificados son diversos. Los investigadores establecen lo más adecuado para el desarrollo de su trabajo de acuerdo a la validez y confiabilidad ya que de ellos dependen los resultados.

Dentro de las investigaciones cualitativas las Denominaciones de las técnicas e instrumentos de evaluación usados en los trabajos cuantitativos, son muy diversas y están en relación directa con la función realizada en cada trabajo, como por ejemplo tenemos “Instrumento de análisis de metodología curricular” que se utilizó para llevar adelante una propuesta de “diseño curricular de planes de estudio de ingeniería” que aborde contenidos con una mirada prospectiva de la ingeniería considerando el diagnóstico de la institución como base para iniciar el proyecto de un nuevo diseño curricular y un modelo educativo basado en el aprendizaje del conocimiento autogestivo del alumno”. Quienes optaron por aplicar exámenes a los estudiantes evaluándolos a través de ejercicios, problemas, entrevistas etc. Los autores eligen y diseñan sus respectivos instrumentos y los denominan de acuerdo al propósito establecido.

## 6. Referencias

- Alvarado, M., Cid, O., y Laguna, J. (2015). Evaluación en cálculo diferencial de ingeniería por competencias. *Anfei*, 3, 1-12. Recuperado de: <https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/229/760>
- Alvarado, M., García, C., y Cid, O. (2018). Investigaciones contextuales vinculantes con el medio social y productivo. *Anfei*, 9, 1-11. Recuperado de: <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/483/1132>
- Álvarez, Y., y Ruiz, M. (2010). Actitudes hacia las matemáticas en estudiantes de ingeniería en universidades autónomas venezolanas. *Revista de Pedagogía*, 31(89), 225-249. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=65919436002>
- Camarena, P. (2012). La modelación matemática en la formación del ingeniero. *Revista brasileira de ensino de ciência e tecnologia*, 5(3), 1-10. Recuperado de <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/1386/902>
- Carbajal, E., Félix, L., y Hernández, A. (2015). Reestructuración del plan de estudio de la carrera ingeniero en mecatrónica. *Anfei*, 2, 1-11. Recuperado de: <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/118/463>
- Dalfaro, N., Demuth, P., Aguilar, N., y Del Valle, G. (2013). La evaluación de las competencias matemáticas de los ingresantes de carreras de ingeniería. El caso de la Facultad Regional Resistencia – Universidad Tecnológica Nacional. *Revista del Instituto de Investigaciones en Educación*, 4, 15-25. Recuperado de: <https://revistas.unne.edu.ar/index.php/riie/article/view/3691>
- D'Amore, B., Godino, J. D., & Pinilla, M. I. (2008). *Competencias Matemáticas*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio

- De Las Fuentes, M., Arcos, J., y Navarro, C. (2010). Impacto en las competencias matemáticas de los estudiantes de ecuaciones diferenciales a partir de una estrategia didáctica que incorpora la calculadora. *Scielo*, 3, 33. Recuperado de: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/formuniv/v3n3/art05.pdf>
- Fernández, F., y Duarte, J. (2013). El aprendizaje basado en problemas como estrategia para el desarrollo de competencias específicas en estudiantes de ingeniería. *Formación Universitaria*, 6(5), 29-38. doi: 10.4067/S0718-50062013000500005
- García, B., Coronado, A., y Montealegre, L. (2011). Formación y desarrollo de competencias matemáticas: Una perspectiva teórica en la didáctica de las matemáticas. *Educación y Pedagogía*, 23(59), 159-175. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4156657>
- García, C., Alvarado, M., y Vázquez, A. (2019). Las visitas industriales y la vinculación con los conceptos del curso. *Anfei*, 10, 1-10. Recuperado de: <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/489/1136>
- García, M., y Benitez, A. (2011). Competencias matemáticas desarrolladas en ambientes virtuales de aprendizaje: el caso de Moodle. *Formación Universitaria*, 4(3), 31-42. doi: 10.4067/S0718-50062011000300005
- Garza, J., Martínez, G., y Treviño, A. (2015). El valor añadido por las TIC a la formación de competencias en estudiantes de ingeniería. *Didáctica, innovación y multimedia*, 31, 1-13. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5081653>
- González, O., y Patarroyo, N. (2014). Competencias específicas solicitadas al recién egresado de Ingeniería industrial por el sector servicios en Bogotá. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 24(1), 163-179. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91131484009>
- Haro, A. (2015). La carrera de ingeniero eléctrico electrónico y su perfil de egreso. *Anfei*, 2, 1-9. Recuperado de: [https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/169/869#\\_ftnref1](https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/169/869#_ftnref1)
- Laguna, J., y Cid, O. (2018). Modelos de mentoría académica que fomenten la formación de estudiantes líderes de ingeniería. *Anfei*, 8, 1-10. Recuperado de: <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/445/1093>
- Martínez, E. (2016). Desarrollo de las competencias matemáticas en la formación del ingeniero industrial. *Encuentro Distrital de Educación Matemática EDEM*, 3, 260-270. Recuperado de: <http://funes.uniandes.edu.co/9998/1/Mart%C3%ADnez2016Desarrollo.pdf>
- Martínez, M., Soberanes-Martín, A., y Sánchez, J. (2017). Análisis correlacional de competencias matemáticas de pruebas estandarizadas y pre-requisitos matemáticos en estudiantes de nuevo ingreso a Ingeniería en Computación. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo RIDE*, 8(15), 946-974. <https://doi.org/10.23913/ride.v8i15.328>
- Medina, M., Villalón, M. y Arellano, S. (2015). Competencias previas del área básica de ingeniería. 3. Recuperado de: <https://n9.cl/w9nd6>
- Michel, V., Pérez, L. y Pelayo, C. (2016). Los proyectos modulares como estrategia de enseñanza y de aprendizaje en programas educativos de ingeniería. *Anfei*, 4. Recuperado de: <https://n9.cl/9cawe>

- Michel, V., Pérez, L. y Pelayo, C. (2015). Diseño de planes de estudio de ingeniería con estructura modular. *Anfei. 2*. Recuperado de: <https://n9.cl/yk3vs>
- Nájera, E. y Nájera, E. (2015). Programa de desarrollo de competencias para el aprendizaje, tutoría y éxito académico. *Anfei. 2*. Recuperado de: <https://n9.cl/2uf8v>
- Plaza, L. (2015). Modelamiento matemático aplicado en ingeniería. Tuluá, Colombia: Editorial UCEVA.
- Plaza, L. (2017). Modelación matemática en Ingeniería. *REDALYC. 13*. 47-50-56. Recuperado de: <https://n9.cl/ezu1y>
- Rodríguez, R. y Quiroz, S. (2016). El papel de la tecnología en el Proceso de modelación matemática para la enseñanza de las ecuaciones diferenciales. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa. 19*. 23. Recuperado de: <https://n9.cl/pzi42>
- Sampedro, R., Mola, C. y Rodríguez, M. (2011). Sistema de tareas docentes para la formación y desarrollo de la competencia gestionar el conocimiento matemático en los estudiantes de ingeniería informática de la Universidad de Camagüey. *Revista Iberoamericana de Educación. 56*. 1-5-7. DOI: <https://doi.org/10.35362/rie5621527>
- Sánchez, F. (2015). Impacto de programas académicos exitosos en la formación de ingenieros. *Anfei. 3*. Recuperado de: <https://n9.cl/50ecw>
- Santiago, R., Quezada, M. y Martínez, R. (2016). Actividades retadoras de física y matemática para alumnos de ingeniería. *Anfei. 5*. Recuperado de: <https://n9.cl/22mz>
- Santiago, R., Hernández, A. y Quezada, M. (2016). Difusión de la ciencia, una propuesta para desarrollar competencias en alumnos de ingeniería. *Anfei. Volumen 8. Pág. 01*. Recuperado de: <https://n9.cl/0n9bo>
- Serrano, J., Sosa, J. y Martínez, P. (2015). El trabajo colaborativo como una estrategia para la formación de los futuros ingenieros. *Anfei. 2*. Recuperado de: <https://n9.cl/21f9>
- Torres, A. y Campos, M. (2015). Análisis de las competencias matemáticas de estudiantes de nuevo ingreso en carreras de ingeniería. *Copei. 3*. 315. Recuperado de: <https://n9.cl/8zxkw>
- Trejo, E., Camarena, P. y Trejo, N. (2013). Las matemáticas en la formación de un ingeniero: la matemática en contexto como propuesta metodológica. *REDU Revista de docencia Universitaria. 11*. 398-399. Recuperado de: <https://n9.cl/sjn8>
- Vásquez, R., Romo, A. y Trigueros, M. (2015, mayo). Un contexto de modelación para la enseñanza de matemáticas en las ingenierías. Ponencia presentada en la XIV CIAEM Conferencia Interamericana de Educación Matemática en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- Vázquez, M., Cantón, A. y Pérez, S. (2006). Competencias relacionadas con las matemáticas en el marco de la convergencia europea. *Dialnet. 170*. Recuperado de: <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/19962>
- Vergel, M., Martínez, J. y Zafra, T. (2015). APPS en el rendimiento académico y auto concepto de estudiantes de ingeniería. *6*. 199-205. Recuperado de: DOI: <https://doi.org/10.22335/rlct.v6i2.21>
- Villalón, M., Medina, M. y Bravo, M. (2014). Importancia de las competencias matemáticas en el contexto de las carreras de ingeniería. *Anfei. Volumen 1*. Recuperado de: <https://n9.cl/d1b5p>
- Villalón, M., Medina, M. y Bravo, M. (2015). Competencias matemáticas previas de los estudiantes de ingeniería. *Anfei. 2*. Recuperado de: <https://n9.cl/thwzy>