

## **DEBATES Y PERSPECTIVAS DEL PROCESO DE FORMACIÓN Y DESARROLLO DE LAS COMPETENCIAS MATEMÁTICAS EN LAS CARRERAS DE INGENIERÍA**

COMPETENCIAS MATEMÁTICAS EN LAS CARRERAS DE INGENIERÍA

AUTORES: Juan Antonio Manzueta Concepción<sup>1</sup>

Evelio F. Machado Ramírez<sup>2</sup>

Ramón Blanco Sánchez<sup>3</sup>

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: [jmanzueta2004@gmail.com](mailto:jmanzueta2004@gmail.com)

Fecha de recepción: 11 - 08 - 2018

Fecha de aceptación: 23 - 09 - 2018

### RESUMEN

El presente artículo tiene como propósito valorar las diversas teorías existentes acerca del concepto competencia matemática, ya que el mismo ha sido visualizado desde diversas perspectivas y concepciones epistemológicas de la teoría general sobre el tema y propiamente desde la perspectiva didáctica de las matemáticas. Ello propició llegar a consensos acerca de su definición, así como de aquellos requisitos que son esenciales para el logro de un aprendizaje eficiente y eficaz de las mismas. Para la elaboración del artículo fueron utilizados esencialmente métodos y técnicas de carácter teórico como el análisis-síntesis, la inducción-deducción y la concreción-abstracción, característicos de este tipo de estudio.

**PALABRAS CLAVE:** Competencias; competencia matemática; formación y desarrollo de competencias.

## **DISCUSSIONS AND PERSPECTIVES OF THE PROCESS OF FORMATION AND DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL COMPETENCES IN ENGINEERING CAREERS**

### ABSTRACT

The purpose of this article is to assess the various existing theories about the concept of mathematical competence, due that this topic is analyzed from different perspectives and epistemological conceptions of the general theory about competences and properly from the didactic perspective of mathematics. This led a consensus on its definition, as well as those requirements that are essential for the achievement of an efficient and effective learning of them. To get the result there were used methods and techniques essentially of theoretical

---

<sup>1</sup> Máster. Profesor de la Universidad Autónoma de Santo Domingo. República Dominicana.

<sup>2</sup> Profesor de la Universidad de Camagüey, Cuba. E-mail: [evelio.machado@reduc.edu.cu](mailto:evelio.machado@reduc.edu.cu)

<sup>3</sup> Profesor de la Universidad de Camagüey, Cuba. e-mail: [ramon.blanco@reduc.edu.cu](mailto:ramon.blanco@reduc.edu.cu)

character as analysis-synthesis, induction-deduction and concretion-abstraction characteristic of this type of study.

**KEYWORDS:** Competences; mathematical competences; formation and development of competences.

## INTRODUCCIÓN

Hoy día, la sociedad demanda transformaciones con mayor apremio, las que repercuten inevitablemente y por necesidad en las personas y en sus vidas materiales y espirituales. Todo eso reseña un indicador relacionado con la dependencia que el ser humano va teniendo del conocimiento y de la creatividad que surge de dichas transformaciones; así, tal fenómeno posee una gran importancia y, a la vez, tiene efectos en todos los procesos sociales, económicos, políticos, etc.; pero especialmente en el educativo de las universidades para la formación de profesionales con énfasis de los futuros ingenieros, quienes a la postre continuarán siendo depositarios de esas demandas.

Esa es la razón por lo que las metas y retos de las universidades en el siglo XXI han ido variando sus puntos de partida y referencia, ya que, el desarrollo tecnológico, hoy más que nunca, reclama que los ingenieros en formación sean progresivamente más competentes para enfrentarse a los requerimientos que suscriben el desarrollo y para hacer frente a la inevitable globalización, de la cual ningún país ha estado exento en el presente. De ese hecho, se hace necesario, como defienden múltiples demandas replantear el porqué de las matemáticas, los contenidos y su metodología de enseñanza, de modo que los estudiantes tengan las posibilidades de ser creativos, innovadores y con un razonamiento profundo en torno a la solución de problemas del área de desarrollo de la ingeniería que les compete.

## DESARROLLO

La sociedad actual transita por un proceso de transformaciones ineludibles que provocan la obsolescencia de conocimientos que han sido relativamente invariables en el tiempo y se aproxima con rapidez a la obtención de saberes excepcionalmente complejos, profusos y en franca evolución. En esa sociedad, denominada del conocimiento, es ineludible que las personas labren una determinada cultura científica, entre la que se encuentra la matemática.

La cultura destaca su condición creativa como conjunto de realizaciones materiales y espirituales en las que se resume la actividad humana; así comprende conocimientos, habilidades, modos de actuación y efectos que se obtienen en el proceso de transformación de la realidad por el ser humano (UNESCO, 2005). Supone, asimismo, la creación y apropiación, lo que implica una cuestión de la herencia, de continuidad y ruptura, de enriquecimiento y superación. Y es que la cultura, al referirse al mundo creado por el ser

humano, en tanto producto, vislumbra, a su vez, el proceso de su realización (Osorno y González, 2017).

Por tanto, se impone el logro de una nueva manera de ver de las matemáticas como creación humana, consecuencia de la actividad de conglomerados culturales que se manifiestan en el entorno social en una coyuntura determinada y, debido a ello, como una disciplina en pleno desarrollo, circunstancial, eventual y en permanente transformación; todo lo cual implica incorporar en el proceso enseñanza-aprendizaje (PEA) universitario de las carreras de ingeniería una perspectiva de esa ciencia como actividad humana que se encuentra mediada desde una mirada histórico-cultural ya que su presencia es inevitable en todos los ámbitos de vida de las personas desde una óptica “en y para la vida; en y para solucionar los problemas del entorno” como se expresa.

Existe consenso de que el PEA está mediado socialmente por lo que, para que se logre el aprendizaje de las competencias, el estudiante debe establecer relaciones entre el nuevo conocimiento y los que ya posee, lo que demanda de una actividad intelectual facilitada por un proceso de mediación social que constituye un estímulo para ellos, mucho más allá de lo que por sí solos puedan hacer.

Desde la teoría general existente sobre la problemática, cuyas polémicas y definiciones influyen en la manera en que el término “competencia” es visto por las más diversas ciencias como lo es la Matemática, de cuya influencia no se desliga; se observa que en algunos casos, ella es enfocada como actitud (Perrenoud, 2004), como conglomerado de conocimientos, procedimientos y actitudes (Vargas, 2004; Prieto, 2008; Tobón, 2014); comportamientos (Levi-Leboyer, 1997); como saber complejo (Fernández, 2005); como habilidad (Roe, 2002); como destreza, lo cual se asocia a la idea anterior (Jessup, 1991) o como combinación dinámica de atributos (González, Wagenaar y Beneitone, 2003).

Eso demuestra que el término posee una enorme complejidad para su tratamiento, además de ser un concepto dinámico y polisémico según lo que han expresado expertos del área de la matemática como D’Amore, Godino y Fandiño (2008, p. 11), siendo una razón por la cual muchos rehúsan enfrentarlo. En esta tesis la competencia se visualiza, en principio, como una necesidad para el éxito del desempeño profesional (Martínez, 2008), en lo específico en las carreras de ingeniería.

Según INECSE (2004) en el informe PISA de 2003, las competencias matemáticas hacen énfasis en la utilización funcional del conocimiento matemático en diversas situaciones, con carácter reflexivo y sustentado en una honda comprensión, declarando que ella y el término “conocimiento” no son antagónicos; por el contrario, se afirma que existe una dependencia e interrelación entre ambos.

Otro aspecto a tener en cuenta es que, si bien se coincide en la utilización del término “competencia matemática” para significar al sujeto competente en la

actividad matemática; es preciso realizar una determinación contextualizada de dicha competencia asociada al quehacer específico de los estudiantes de ingeniería ya que el conocimiento matemático en modo alguno puede ser valorado solo desde lo que él conceptualmente brinda, pues un estudiante de esa rama no logrará ser competente solo por el “saber” o por el “saber hacer”, sino por materializarlo de manera efectiva y eficiente, como mínimo, con una comprensión profunda del proceso que se lleva a cabo, en la interrelación dialéctica teoría-práctica al decir de Zabala y Arnau (2008), matizado por valores y actitudes que le son característicos.

Según Goñi (2009), sobre lo que en ocasiones existe confusión, hoy existe una gran diferencia entre los términos conocimiento y competencia, ya que esta última es transferible, lo cual denota su carácter de ser adaptable en diversos ámbitos como procesos que se adecuan a nuevas condiciones. Por ejemplo, para D’Amore, Godino y Fandiño (2008) las competencias matemáticas “...se reconocen cuando un individuo ve, interpreta y se comporta en el mundo en un sentido matemático...” (p. 44), cuando es capaz de comprender, argumentar, desarrollando así cualquier situación problema tomada de la realidad, lo cual denota cierta generalidad más allá de su cabal comprensión y dimensión.

Para Jupenoma (2014) las competencias matemáticas residen en la “habilidad” para el uso y relación de los números, sus operaciones elementales, los símbolos y las formas de expresión y razonamiento matemático, tanto para producir e interpretar diferentes tipos de información, como para ampliar el conocimiento sobre aspectos cuantitativos y espaciales de la realidad y para resolver problemas relacionados con la vida cotidiana y con el mundo laboral.

Desde esa idea se entiende que forman parte de las competencias matemáticas, desde lo procedimental, las habilidades para interpretar y expresar de manera precisa y clara información, datos y argumentaciones, lo que favorece la posibilidad de lograr aprendizajes a lo largo de la vida; el conocimiento y uso de los elementos matemáticos básicos en situaciones reales de la vida diaria o simuladas; la concreción práctica de procesos de razonamiento que conminan a la solución de los problemas o a la obtención de información, la disposición favorable y de confianza hacia la información que contiene soportes matemáticos, así como hacia su utilización cuando la situación lo aconseja, basadas en el respeto y el gusto por la certeza.

Otro caso es el de Niss (2002) quien estrechando el significado dice: “... significa la capacidad de entender, juzgar, hacer y usar las matemáticas en una variedad de contextos y situaciones intra y extra-matemáticas en las cuales la matemática desempeña o podría desempeñar un papel.”; además agrega que ello supone de manera restringida “aplicar destrezas y actitudes” para razonar matemáticamente, comprender una argumentación, expresarse y comunicarse en el lenguaje matemático, utilizando las herramientas de apoyo adecuadas, e integrando el conocimiento matemático con otros tipos de conocimiento, etc.

Tal posición es cercana a lo expresado en el proyecto PISA de la OCDE (2002) al fundamentar de manera ambivalente que la educación matemática del presente no puede excluir su responsabilidad en el desarrollo de las competencias básicas, entendiéndolas en el caso específico como la “...habilidad para desarrollar y aplicar el razonamiento matemático con el fin de resolver diversos problemas en situaciones cotidianas.” Más específico, como la: “Capacidad de un individuo para identificar y comprender el papel que las Matemáticas juegan en el mundo, realizar razonamientos bien fundados y utilizar e involucrarse en las matemáticas de manera que satisfagan las necesidades de la vida del individuo como ciudadano constructivo, comprometido y reflexivo. El énfasis se sitúa en el proceso más que en el resultado y en la actividad más que en el conocimiento.”

Esa idea se reitera de una manera u otra en las ofrecidas por OECD (2003, p. 24; 2004, p. 3) y OCDE (2012, p. 74).); no obstante, de ellas, según Rico (2007) se ponen de manifiesto cuatro significados distintos sobre la noción de las competencias matemáticas, que colocan al descubierto la diversidad y complejidad de matices con que se trabaja y el interés que puede tener para su correcta interpretación:

1. Asociado a un dominio de estudio, idea relacionada con la de “alfabetización matemática”, como fue señalado en la introducción de esta tesis, la cual infiere un modo global de concebir la solución de problemas y la naturaleza propia del conocimiento matemático.
2. Como conjunto de procesos generales prácticos cuando se resuelven problemas y manifiestan la apropiación de la competencia desde lo singular y concreto referido al estableciendo de capacidades y habilidades que ayudan a modular los objetivos, a establecer tareas y caracterizar las propuestas de trabajo y las evaluaciones. Al respecto, en PISA se establecen ocho competencias y en otros casos se establecen mediante estándares similares (NCTM, 2003).
3. Para caracterizar las tareas, ya que según ese informe existen tres niveles de complejidad respecto de las competencias generales requeridas. De ese modo se habla de grupos de competencias, y en lo específico, se diferencian los mismos por las demandas cognitivas implicadas en las tareas.
4. Como nivel alcanzado por los estudiantes, lo cual se determina de manera empírica y se formula mediante el uso de escalas que “caracterizan” lo que saben hacer los estudiantes en la solución de tareas o problemas de dificultad creciente. Según eso, se dice que una persona que tiene competencias matemáticas es aquel que ha desarrollado “capacidades” que le permiten plantear, formular, resolver e interpretar problemas mediante el empleo de elementos fundamentales del lenguaje matemático (Zorzoli, Giuggiolini y Mastroianni, 2005).

Otros la ven como la “aplicación de capacidades” con el uso de herramientas adecuadas de apoyo e integrando conocimientos matemáticos e

interdisciplinarios para dar una mejor respuesta a las situaciones de la vida, con distinto nivel de complejidad (Arreguín, Alfaro y Ramírez, 2012).

Goñi (2008) también atribuye las competencias matemáticas a la combinación de “habilidades y destrezas” que se relacionan con el reconocimiento e interpretación de los problemas que aparecen en distintos ámbitos y situaciones; su traducción al lenguaje y contextos matemáticos, su resolución con el uso de procedimientos oportunos, la interpretación de los resultados y la formulación y comunicación de los mismos, además de que deben ir asociados al hacer con objetos matemáticos, atributos, relaciones, conceptos, procedimientos, operaciones, formas de razonamiento, propiedades, representaciones, estructuras, todo ello en las diversas situaciones y problemas con que éstos puedan tomar sentido y significado.

En resumen, en todas esas conceptualizaciones de las competencias matemáticas ofrecidas se ponen de manifiesto diferentes regularidades que dificultan conceptualizar una estructura y su materialización en el PEA de las carreras de ingeniería, pues una apropiada definición pone al descubierto los componentes esenciales que caracterizan su desarrollo:

- Confusiones al asociarla como habilidad, destreza o capacidad, lo cual restringe la verdadera magnitud del concepto en la práctica escolar y profesional.
- En muchos de los casos, el componente actitudinal o axiológico da paso a una visión pragmática del desarrollo de la competencia, aunque algunos aleguen la importancia de esa dimensión. Por tanto, se puntualiza más en los denominados “conocimiento conceptual y procedimental” estando el primero asociado a la reflexión y caracterizado por ser de índole teórico; y el procedimental, visto más cercano a la acción y se encuentra relacionado con las técnicas y estrategias para representar conceptos y transformar representaciones; de ese modo en este último conocimiento se visualizan las habilidades y destrezas para elaborar, comparar y ejercitar algoritmos, y para argumentar de manera convincente.
- Se desconocen otros procesos tales como la metacognición, el papel de la motivación y la contextualización, entre otros, vitales para el logro de un aprendizaje socialmente mediado de las matemáticas.

Todo lo hasta aquí expresado conmina a una toma de posición acerca de qué será entendida como competencia matemática en el artículo ya que, de todas las definiciones otorgadas finalmente se entiende conveniente asumir la expresada por García y otros (2012) por considerarla la más cercana a los propósitos de lograrla en el PEA de las carreras de ingeniería. Así, ella se observa como el “...conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes, comprensiones y disposiciones cognitivas, socioafectivas y psicomotoras apropiadamente relacionadas entre sí para facilitar el desempeño flexible, eficaz y con sentido de una actividad en contextos relativamente nuevos y retadores [y

continúa]. Esta noción supera la más usual y restringida que describe la competencia como saber hacer en contexto en tareas y situaciones distintas de aquellas a las cuales se aprendió a responder en el aula de clase.”

Esa enunciación es base para lo expresado con posterioridad por D'Amore, Godino y Fandiño (2008), quienes además la asumen como un concepto complejo y dinámico desde dos componentes; el primero relacionado con la “utilización” (exógena, externa, consciente, intencional y contextualizada), lo que relaciona las competencias matemáticas con la utilidad social de las matemáticas. Según Cantoral et al (2005) tal complejidad también se explica a partir de la dualidad proceso/objeto que cumplen los contenidos disciplinarios de las matemáticas. Y segundo, con el “dominio” (endógeno), es decir, de los contenidos, conceptos y objetos matemáticos incluidos. Y agregan que su naturaleza dinámica envuelve, aparte de lo cognitivo, aspectos tales como la metacognición, la volición y la afectividad lo que implica la voluntad, el deseo de saber y su pragmática de usos en entornos socioculturales concretos.

En el ámbito del artículo, existen a la par múltiples ideas sobre las competencias que forman parte de la taxonomía de las “competencias matemáticas”. Por ejemplo, la ofrecida por Niss (2002) incluye las de pensar matemáticamente, plantear y resolver problemas matemáticos, modelar matemáticamente, argumentar matemáticamente, representar entidades matemáticas (situaciones y objetos), utilizar los símbolos matemáticos, comunicarse con las Matemáticas y comunicar sobre Matemáticas y utilizar ayudas y herramientas (incluyendo las nuevas tecnologías). Por su parte, PISA (OECD, 2004, p. 40), incluye las siguientes:

- Pensar y razonar, la cual se circunscribe a plantear cuestiones propias de las matemáticas (¿Cuántos hay o son? ¿Cómo encontrarlo? Si es así, ¿entonces?); conocer los tipos de respuestas que ofrecen las matemáticas a esas preguntas; distinguir diversos tipos de enunciados (definiciones, teoremas, conjeturas, hipótesis, ejemplos, afirmaciones condicionadas); entender y utilizar los conceptos matemáticos en su extensión y sus límites.
- Argumentar, la que encierra el conocer lo que son las pruebas matemáticas y cómo se diferencian de otros tipos de razonamiento, etc.
- Comunicar, la que involucra que la persona puede expresarse oralmente o de forma escrita mediante diversas vías y códigos sobre aspectos relacionados con el contenido matemático y lograr comprender enunciados de otras personas utilizando las mismas vías.
- Modelar, que implica la estructuración del campo o situación que se va a modelar; la traducción de la realidad a una estructura matemática; la interpretación de los modelos en términos reales; esto es, trabajar con el modelo; la reflexión, el análisis y poder ofrecer la crítica de un modelo y sus resultados; su comunicación junto al de los resultados y el de dirigir y controlar el proceso de modelización.

- Plantear y resolver problemas, relacionada con la anterior y dirigida a plantear, formular y definir diferentes tipos de problemas y resolverlos mediante una variedad de vías.
- Representar, la que involucra el desarrollo de procesos tales como decodificar, interpretar y distinguir diversos tipos de representación de objetos matemáticos y situaciones, así como las interrelaciones entre las distintas representaciones, etc.
- Utilizar el lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones cuyos procesos son decodificar e interpretar el lenguaje simbólico y formal y deducir sus relaciones desde el lenguaje cotidiano; traducir con la utilización de ambos lenguajes; operar con enunciados y expresiones contentivos de símbolos y fórmulas y usar variables, resolver ecuaciones y comprender los cálculos.
- Utilizar herramientas y recursos, lo cual involucra su manejo en contextos, modos y situaciones que son diferentes del uso con el que se presentan.

Otra clasificación la aportan Poblete y Díaz (2004) en base a lo que denominan tipos de competencias en matemáticas; en ella no se observa explícitamente la modelación, de gran importancia para el ingeniero, aunque la misma está presente en los tipos 2 y 3. En ese caso son definidas como:

- Tipo 1.- competencia de “conocimiento y desarrollo de procedimientos matemáticos”. Esta incluye la comprensión y manejo de la extensión de los conceptos matemáticos y la argumentación.
- Tipo 2.- competencia de “resolución de problemas rutinarios”, la cual involucra la formulación y resolución de problemas tradicionales del contexto real, realista y puramente matemáticos que requieren el establecimiento de conexiones para su resolución.
- Tipo 3.- competencia de “planteamiento y resolución de problemas no rutinarios”, dirigido a la decodificación de las distintas formas de presentar las situaciones matemáticas, traduciendo el lenguaje natural al simbólico/formal, e incluye la generalización.

Asumir entonces el PEA de las matemáticas en las carreras de ingeniería desde el proceso de formación y desarrollo de las competencias matemáticas hace necesario que se adopte integralmente una complejidad dada por un ambiente interactivo y multicultural en ese proceso, donde se facilite la actividad del estudiante desde su “saber ser”, o en otros términos, que se genere en ellos el deseo y voluntad de saber, que exista una motivación a la acción, la presencia del trabajo colaborativo con énfasis en el necesario compromiso y la motivación hacia la autoformación.

Tal inclinación posibilita que el “saber conocer” se cristalice en procesos tales como observar, describir, explicar, argumentar, proponer, demostrar y analizar desde la materialización y contextualización de aprendizajes que se encuentran

dentro y fuera de la categoría didáctica contenido. Es en esa acción “de enfrentar múltiples tareas” que los estudiantes logran desarrollar su pensamiento matemático al decir de Cantoral et al (2005, p. 19).

En lo que respecta al PEA de las matemáticas en las carreras de ingeniería, mediado desde una perspectiva social y cultural; el cual, además de encontrarse influido y situado históricamente como fue expresado, exige la búsqueda de redefiniciones y desafíos en lo que respecta al término “formación y desarrollo de competencias desde el PEA de la matemática”, sobre todo en su contenido, el cual debe tener como propósito el logro de un ingeniero egresado más preparado para su enfrentamiento a los retos que impone el nuevo siglo; esa afirmación ha sido argumentada también por Artigue (2004, p. 5), Vanegas y Escobar (2007, p. 75) y D’Amore, Godino y Fandiño (2008, p. 27, 35), los cuales preguntan “¿Qué sería una competencia sin el deseo, sin la voluntad y sin el gusto de hacer uso de ella?” (2008, p. 21), todo lo cual se manifiesta en lo que hoy comúnmente sucede en el aula de clases de esos estudiantes en formación.

Aún más allá, con razón Fandiño argumenta: “Al centro de dicha construcción está el ser humano y no el saber en sí...” (2006, p. 55), elemento crucial para la didáctica de las matemáticas desde lo antropológico, lo cual reclama, además del “saber hacer”, de un aprendizaje de esa ciencia desde la perspectiva afectiva del desear conocer y desear hacer (Vanegas y Escobar, 2007, pp. 74-75).

Como puede inferirse según lo demostrado con anterioridad, el problema de la definición de las competencias matemáticas, es base y transita por múltiples discordancias pues, aunque se reconoce la complejidad de su formación y desarrollo, los elementos esenciales que deben caracterizar el término aún no quedan establecidos convincentemente en el marco de una proyección cultural orientada a afianzar la creatividad y el desarrollo de todas las potencialidades de los estudiantes de ingeniería desde una concepción integral e integrada de la formación humana en el PEA correspondiente; por tanto, existe una correlación directa entre la manera en que las competencias matemáticas se ven y la que esas ideas se materializan en el PEA de dichas carreras.

A lo señalado se suman las aportaciones brindadas por autores tales como González (2009), Sampredo (2012) y Criollo (2014) relacionadas la formación de competencias matemáticas en las carreras de Ingeniería; por lo que se puede concluir que, a pesar de los intentos de los investigadores, aún no se han sistematizado presupuestos didácticos para orientar su desarrollo.

Otro aspecto en el que es necesario hacer énfasis, como parte del proceso en esas carreras, se vincula con la búsqueda de argumentos que permitan la elaboración de un marco teórico coherente sobre el proceso de formación y desarrollo de competencias matemáticas desde su tratamiento en un entorno de aprendizaje colaborativo (en equipo).

Ello llevó al autor de este artículo a valorar como uno de sus fundamentos, las aportaciones de Leontiev (1975), las cuales son de suma importancia para el

logro de los propósitos descritos. Por tal razón, se asumen como aspectos significativos de ella los siguientes:

- La orientación, a la cual corresponden las necesidades, los motivos y las tareas que se pretenden desplegar.
- La ejecución, determinada por la realización misma de las acciones y operaciones relacionadas con los elementos mencionados en la orientación.

Para Leontiev (1975), las acciones establecen una relación dialéctica con la actividad de acuerdo con el contexto y pueden ser físicas o mentales. Cuando las acciones son aprehendidas desde una perspectiva teórica o práctica, es posible decir que ellas se convierten en operaciones. Es decir, el aprendizaje transita por dos etapas: una en la que mente y los sentidos hallan nuevas sensaciones (acciones); y la otra en la que esas acciones son asimiladas y la persona puede reproducirlas (operaciones). La actividad, en este caso (formación y desarrollo de las competencias matemáticas en las carreras de ingeniería), obviamente viera reducida su alcance si no se propiciara la comunicación entre los estudiantes.

Por otra parte se asimilan, en esta tesis, elementos que son esenciales para la formación y desarrollo de competencias matemáticas desde la concepción histórico-cultural de Vigotsky (1978, 1982), los cuales permiten comprender ese proceso como actividad social, por lo que juega un importante rol el vínculo actividad-comunicación para el desarrollo de la personalidad. De ese hecho, se detallan los siguientes:

- El rol del nexo símbolo-objeto, en el que se expresa la necesidad de transitar del estudio contemplativo de los objetos y fenómenos de la realidad, al de los aspectos internos de las cosas, a la expresión de los componentes internos de los objetos y fenómenos, siendo el símbolo el medio de la cognición.
- La necesaria atención a las influencias interpersonales como vías para estimular los procesos de socialización de los equipos y grupos docentes, que son aspectos vitales que favorecerán luego el desarrollo individual de sus miembros.
- La formación y desarrollo de la competencia es individual aun cuando siempre se realiza en condiciones sociales lo que implica la necesidad de lograr, por parte del docente, una atención diferenciada en el proceso de educación de la competencia.
- La necesidad de centrar la atención en el alumno como sujeto de aprendizaje, en sus características personales, sus estilos y ritmos, en sus condiciones y potencialidades; por lo que es imprescindible trabajar por lograr su disposición positiva y su participación de forma consciente y voluntaria con métodos innovadores y recursos que se ajusten a sus necesidades.

- Propiciar el intercambio de opiniones que conduzcan a la aceptación colectiva de normas para lograr una influencia mutua de intereses individuales y sociales que tienen una manifestación personalológica en cada estudiante.
- Los problemas y actividades deben ser integradores y conducir a la reflexión, profundización, integración de conocimientos, búsqueda y procesamiento de información, formulación de suposiciones, asumir y defender posiciones, llegar a conclusiones y consensos.

En ese entorno también, tal como expresan Laborde (2003) y Saucedo (2005) la incorporación de las TIC en el PEA de las matemáticas facilita a los estudiantes visualizar fenómenos, realizar conexiones y consumir experimentos, promoviendo en ellos una mejor comprensión de la materia y por ende, en la formación y desarrollo de competencias matemáticas en el PEA de las carreras de ingeniería.

Su utilización, en lo específico debe traer consigo transformaciones en la manera en que el estudiante aprende; según Artigue (2011), en la enseñanza universitaria a los estudiantes no se les prepara para incorporar los avances en el conocimiento de cómo aprenden; como tampoco en el uso y aplicación de los recursos tecnológicos, sobre todo en casos como estos.

Rosa (2001) ha expresado que el atraso existente en la incorporación de las TIC al PEA de las matemáticas es debido a las concepciones de los docentes de esa materia respecto al PEA fundamentalmente; así como en ocasiones por el desconocimiento o subvaloración que dichos medios poseen; sin embargo, existen herramientas poderosas que hacen que las competencias matemáticas en su formación y desarrollo logren una adecuada eficiencia y eficacia en sus resultados.

## CONCLUSIONES

Todo lo hasta aquí abordado indica que la formación y desarrollo de las competencias matemáticas, en el entorno del artículo, es un proceso complejo, lo que significa que el logro de la misma exigirá de la materialización de diversas acciones intelectuales y prácticas que deben ser adecuadamente planificadas para satisfacer los propósitos del aprendizaje y que este se constituya en el núcleo de la acción formativa.

## BIBLIOGRAFÍA

Arreguín, L., Alfaro, J. y Ramírez, M. S. (2012). Desarrollo de competencias matemáticas en secundaria usando la técnica de aprendizaje orientado en proyectos REICE. Madrid, España: Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación. Vol. 10, núm. 4, pp. 264-284.

Artigue, M. (2004). Problemas y desafíos en educación matemática: ¿qué nos ofrece hoy la didáctica de las matemáticas para afrontarlos? México: Santillana.

Artigue, M. (2011). Tecnología y enseñanza de las matemáticas: desarrollo y aportes de la aproximación instrumental. Paris: Laboratoire de Didactique André Revuz Francia. Tomado de: <http://cimm.ucr.ac.cr/ojs/index.php/CIFEM/article/download/669/658>

Cantoral, R. et al (2005). Desarrollo del pensamiento matemático. México: Trillas.

Criollo, G. (2014). Estrategia de formación y desarrollo de competencias didáctico-matemáticas en los docentes universitarios que imparten matemática en las carreras de ingeniería. Camagüey: Tesis doctoral. Universidad de Camagüey.

D'Amore, B., Godino, J. y Fandiño, M. I. (2008). Competencias y matemática. Bogotá: Magisterio.

Fandiño, M. (2006). Currículo, evaluación y formación docente en matemática. Bogotá, Editorial Magisterio.

Fernández, A. (2005). Nuevas metodologías docentes. Tomado de: [www.usal.es/~ofees/NUEVAS\\_METODOLOGIAS/nuevas\\_metodologias\\_docentes.doc](http://www.usal.es/~ofees/NUEVAS_METODOLOGIAS/nuevas_metodologias_docentes.doc)

García, G. et al (Coord.) (2012). Estándares básicos de competencias en matemáticas. Colombia: Tomado de: [https://www.mineducacion.gov.co/1621/articulos-116042\\_archivo\\_pdf2.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1621/articulos-116042_archivo_pdf2.pdf)

González, C. (2009). Estrategia didáctica para favorecer la formación y desarrollo de la competencia gestionar el conocimiento matemático en los estudiantes universitarios. Camagüey: Tesis doctoral. Universidad de Camagüey.

González, J., Wagenaar, R. y Beneitone, P. (2004). Tuning-América Latina. Un proyecto de las universidades. España: Revista Iberoamericana de Educación. Vol. 35. pp. 15-164.

Goñi, J. M. (2008). 32 - 2 ideas clave. El desarrollo de la competencia matemática. Barcelona, España: Graó.

Goñi, J.M. (2009). El desarrollo de la competencia matemática en el currículo escolar de la Educación Básica. Colombia: Educación Siglo XXI, Vol. 27(1), pp. 33-57.

INECSE (2004). Aprender para el mundo de mañana. Resumen de resultados PISA 2003. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.

Jessup, G. (1991). Outcomes. NVQs and the emerging model of education and training. London: Falmer Press.

Jupenoma, J (2014). Competencia matemática. España: Universidades e Investigación. Departamento de Educación, Gobierno Vasco. Tomado de: [http://www.pepe.Jupenoma.es/cajon%20de%20sastre/competencia\\_matematica.pdf](http://www.pepe.Jupenoma.es/cajon%20de%20sastre/competencia_matematica.pdf)

Laborde, C, (2003). ¿Por qué la tecnología es hoy indispensable en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas?, En: Jiménez, J., et al (Eds.), Antología de lecturas, El uso del sistema de cómputo simbólico voyage 200 como recurso didáctico. Hermosillo, Sonora: Departamento de Matemáticas. Universidad de Sonora, pp. 115-127.

71. Leontiev, A. A. (1975). Sign and Activity. USA: Journal of Russian & East European Psychology, 44 (3), pp. 17-29.

Levi-Leboyer, C. (1997). La gestión de las competencias. Barcelona: Ediciones Gestión.

Martínez, A. (2008). Aprendizaje de competencias matemáticas. Revista Avances en Supervisión Educativa, 8(5). Tomado de: [https://www.researchgate.net/publication/28234431\\_Aprendizaje\\_de\\_competencias\\_matematicas](https://www.researchgate.net/publication/28234431_Aprendizaje_de_competencias_matematicas)

NCTM (2003). Estándares curriculares y para la evaluación matemática. Sevilla: SAEM Thales.

Niss, M. (2002). Mathematical competencies and the learning of mathematics: the Danish KOM project. Denmark: IMFUFA, Roskilde, University.

OCDE (2002). Definition and Selection of Key Competencies. Executive Summary. Tomado de: [www.OECD.org/edu/statistics/desecco](http://www.OECD.org/edu/statistics/desecco)

OCDE. (2012). Competencia en matemáticas. Tomado de: <http://www.eduteka.org/Pisa2003Math.php>

OECD (2003). The PISA 2003 assessment framework. Mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills. Paris: OECD.

OECD (2004). Learning for tomorrow's world: First results from PISA 2003. Paris: OECD.

Osorno, L. y González, M. (2017). La cultura desde la psicología social. México: Revista digital @IEUNACQIAR@. Tomado de: [http://www.uaq.mx/investigacion/revista\\_ciencia@uaq/ArchivosPDF/v10n2/art13numpagina.pdf](http://www.uaq.mx/investigacion/revista_ciencia@uaq/ArchivosPDF/v10n2/art13numpagina.pdf)

Perrenoud, P. (2004). Diez nuevas competencias para enseñar. Barcelona: Graó.

Poblete, A. y Díaz, V. (2004) Evaluación de las competencias profesionales del docente de matemáticas en el marco de la reforma educacional. Santiago de Chile: Investigación de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica CONICYT. Proyecto Fondecyt 1010980.

Prieto, L. (Coord.) (2008). La enseñanza universitaria centrada en el aprendizaje. Barcelona: Octaedro. ICE UB.

Rico, L. (2007). La competencia matemática en PISA. PNA, Vol. 1 (2), pp. 47-66.

Roe, R. (2002). What Makes a Competent Psychologist? London: European psychologist. No. 7, pp. 192-202.

Rosa, N. A. (2001). La calculadora y los sistemas semióticos de representación: Hacia un aprendizaje de los conceptos matemáticos. México: Revista Electrónica de Didáctica de las Matemáticas Xixim, 2. Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Sampedro, R. (2011). Estrategia didáctica para favorecer la formación y desarrollo de la competencia gestionar el conocimiento matemático desde la dinámica del proceso docente educativo de la matemática de las carreras de ingeniería. Camagüey: Tesis doctoral. Universidad de Camagüey.

Saucedo, R. (2005). La exploración de una ecuación diferencial con la ayuda de Voyage 200 y el CBL; un trabajo experimental. Revista Innovaciones Educativas, Vol. 7, pp. 10-11.

Tobón, S. (2014a). Formación integral y competencias: Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación. Bogotá: Ecoe ediciones Ltda.

Trejo, E., Camarena, P. y Trejo, N. (2013). Las matemáticas en la formación de un ingeniero: la matemática en contexto como propuesta metodológica. México: Revista de Docencia Universitaria. Vol.11 (Número especial), pp. 397-424.

UNESCO (2005). ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. Santiago de Chile: Editora de la ORELAC/UNESCO.

Vanegas, Y. y Escobar, P. (2007). Hacia un currículo basado en competencias: el caso de Colombia. Colombia: Revista de Didáctica de las Matemáticas UNO. Año XIII, núm. 46.

Vargas, F., (2004). Competencias clave y aprendizaje permanente. Montevideo: Cinterfor. Tomado de: <http://www.ilo.int/public/spanish/region/ampro/cinterfor/publ/vargas/index.htm>.

Vigotsky L. S. (1978). Mind in Society, the Development of Higher Psychological Processes. USA: Harvard University Press.

Vigotsky, L. S. (1982). Pensamiento y lenguaje. La Habana: Pueblo y Educación.

Zabala, A. y Arnau, L, (2008). 11 ideas clave, ¿Cómo aprender y enseñar competencias? Barcelona. Editorial Graó. Segunda edición.

Zorzoli, G., Giuggiolini, I. y Mastroianni, A. (2005) Manual de Competencias Básicas en Matemática aplicadas al área de la mecánica. Montevideo: Banco Interamericano de desarrollo (BID) / Fondo Multilateral de Inversiones (FOMIN). Tomado de: [https://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/manual\\_matematica-mecanica.pdf](https://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/manual_matematica-mecanica.pdf)