

Enseñanza matemática en la formación de ingenieros bajo el contexto de la revolución industrial 4.0

Teaching Mathematics in the Engineers Training under the Context of Industrial Revolution 4.0

Dany Mariela Silva Vargas¹

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Bogotá D.C. Colombia

Resumen

Existen muchas reflexiones sobre la enseñanza y el aprendizaje de la matemática en las que se analizan perspectivas desde el rol docente, estudiante, currículo, contexto, método, entre otros. En este artículo, se presenta una reflexión desde la visión docente, en la que se pretende recordar los conocimientos matemáticos para enseñar, los cuales en esta nueva era deben ser re-diseñados. En el actual contexto de la industria 4.0 se hace necesario innovar las prácticas educativas desde aprender, desaprender y reaprender para lograr una verdadera transformación de la enseñanza y que su vez, deje de ser vista como un proceso aislado de la realidad. La tecnología está presente en cantidades exacerbadas, por tanto, se invita al profesional que enseña en los programas de ingeniería a que haga uso de los componentes básicos de la industria 4.0 y reinvente su labor. Se espera entonces que el presente texto sea un punto de partida a esa reconstrucción de nuevo conocimiento en la sociedad y que involucre a través de redes de trabajo, los aspectos actitudinales para alcanzar una formación holística y acorde a las nuevas exigencias de la cuarta revolución industrial.

Palabras clave: enseñanza, educación matemática, industria 4.0, educación superior, ingeniería, aprendizaje.

Abstract

There are many reflections on teaching and mathematics learning that analysed perspectives from the teaching role, student, curriculum, context, method, among others. In this article, a reflection is presented from the teaching view, in which it is intended to remember the mathematical knowledge for teaching - MKT, which in this new era must be re-designed. In the current context of Industry 4.0 it is necessary to innovate educational practices from learning, unlearning and relearning to achieve a true transformation of teaching and that in turn, ceases to be seen as a process isolated from reality. The technology is present in exacerbated quantities, so the professional who teaches in engineering programs is invited to make use of the basic components the Industry 4.0 and reinvent their work. It is then hoped that this article will be a starting point for this reconstruction of new knowledge in the society and that involves through work networks, the attitudinal aspects to achieve a holistic formation and in accordance with the new demands of the fourth industrial revolution.

Keywords: Teaching, Mathematics Education, Industry 4.0, Higher Education, Engineering, Learning.

¹ dany.silva@unad.edu.co
orcid.org/0000-0002-0179-491X

1. Introducción

En una sociedad, donde la educación es vital para la formación académica e integral del ser humano, y en la que a diario se generan múltiples contextos para aprender y enseñar gracias a los constantes cambios socioculturales, se hace necesario innovar pedagógica y didácticamente en los procesos de enseñanza, especialmente en una de las áreas consideradas difíciles durante mucho tiempo: la matemática.

La enseñanza de la matemática ha sido un tema central en muchas disertaciones académicas, desde su importancia en los primeros años de formación hasta la necesidad de modificar la enseñanza universitaria,

porque las formas tradicionales no dan los resultados esperados, causando falencias conceptuales, procedimentales y dificultades de recordación, especialmente en los primeros años de universidad (Godino, Batanero, & Font, 2003; Paredes, 2009; Hernández & Jaboco, 2011).

Como lo afirma Capace (2015) se evidencian tres errores básicos al aplicar los conocimientos matemáticos en la solución de problemas: 1) la identificación de la situación 2) la selección de las herramientas y 3) la falta de destreza para manejar las herramientas matemáticas en la práctica. Estas dificultades de contenido y procedimiento afectan significativamente a estudiantes de programas como ingeniería, donde la habilidad numérica es indispensable.

De igual forma, comienza el debate entre el conocimiento de la disciplina y el conocimiento pedagógico que un profesional debe poseer para enseñar matemáticas, pues, de un lado hay quienes desean fortalecer la formación científica mediante la comprensión de teorías y conceptos de la disciplina

propiamente dicha. De otro lado, hay cuestionamientos sobre la preparación pedagógica en métodos y diseños para la enseñanza curricular, tanto para licenciados como para profesionales no licenciados (Talanquer, 2004).

Además, este problema se agudiza cuando la enseñanza se desarrolla en una modalidad que requiere mayor responsabilidad, autonomía, autodisciplina y autorregulación por parte del estudiante. Puesto que, si la enseñanza de la matemática de forma presencial es compleja, enseñar esta disciplina en el modelo a distancia o virtual lo puede ser aún más. Martínez & Zamora (2017, pág. 110) afirman:

En el caso particular de la educación en matemáticas, la oferta de cursos online resulta escasa en comparación con las materias del ámbito humanista. Este hecho se debe fundamentalmente a la dificultad de comunicar símbolos matemáticos a través de la red: las matemáticas manejan conceptos abstractos que precisan de un lenguaje adecuado para su comunicación. El lenguaje matemático incluye caracteres que no aparecen en el teclado de los ordenadores, lo cual complica enormemente la transmisión de conceptos abstractos; por ejemplo, en una tutoría virtual. Por esta razón, a pesar de los esfuerzos realizados para salvar este inconveniente la situación todavía no está resuelta de manera plenamente satisfactoria.

Por tanto, los estudios relacionados con el mejoramiento de los procesos para enseñar y aprender se hacen imprescindibles y más en una sociedad donde la educación y la tecnología están encaminadas a la transformación que permite una visión holística para aprender, desaprender y

reaprender en la actual industria 4.0 (Dos Santos, 2019; Garrell & Guilera, 2019).

Dentro de esta transformación se incluyen investigaciones sobre la práctica de la enseñanza de las matemáticas a través de las situaciones de contingencia (Zamorano, 2015), en dónde se identificaron los conocimientos de los docentes mientras enseñaban, teniendo en cuenta la propuesta de Ball, Thames, & Phelps (2008) *Mathematical Knowledge for teaching* o en español *Conocimiento matemático para enseñar*. El estudio permitió reconocer las habilidades y destrezas de los docentes en situaciones no planificadas y mediante un análisis cualitativo se obtuvo que las situaciones de contingencia siempre están presentes, además gracias al dominio del conocimiento matemático para enseñar (MKT), los docentes hoy por hoy cuentan con las habilidades necesarias para solucionar no solo imprevistos de las clases sino que aportan en el desarrollo y fortalecimiento de habilidades transversales como liderazgo y trabajo en equipo mediante el reconocimiento de los saberes de sus estudiantes (De Guzmán, 2007).

Es por todo lo anterior, que el presente artículo propone una reflexión sobre los procesos de la educación en el marco de la sociedad actual con el objetivo de coadyuvar al mejoramiento de las prácticas de enseñanza matemática en la educación superior, especialmente en la formación de ingenieros mediante estrategias transformadoras bajo el contexto de la revolución industrial 4.0 a fin de motivar a la innovación didáctica y pedagógica de quienes hacemos parte de este sector por convicción y vocación.

2. Enseñanza matemática

Un profesional que asuma el reto de enseñar, especialmente en la educación superior debe contar con habilidades y destrezas para fortalecer en el estudiante competencias específicas de su disciplina de manera eficiente. De igual forma, debe ser orientador y comprometerse con el

perfeccionamiento de los aspectos y saberes, a fin de lograr un aprendizaje que le perdure a lo largo de la vida, lo que le exige una formación pertinente con las particularidades del contexto (Guerrero & Ferro, 2017).

En matemáticas, no es suficiente la presentación de contenido plano y descontextualizado, se necesita la coherencia lógica y consecuente para lograr un aprendizaje significativo, cooperativo, contextualizado y desarrollado que cohesionen la realidad inmediata del estudiante junto con una postura de transformación y de colaboración con el otro para la generación de nuevo conocimiento (Brousseau, 2000; Guerrero & Ferro, 2017; Paredes, 2009).

Es por esto, que el proceso adecuado de enseñanza y el aprendizaje de la matemática conlleva a generar grandes aportes a la humanidad. Por ejemplo: la contribución en cuanto a los fundamentos científicos en la formación integral de cada estudiante, la aportación de conocimientos a los contenidos vinculados en los distintos planes de estudio y la solución a los interrogantes sobre la realidad, éste último a pesar de encontrar enseñanzas desvinculadas del contexto actual (Gamboa, 2020).

Sin embargo, consolidar al menos uno de los aportes mencionados anteriormente a nivel local o regional requiere de múltiples esfuerzos por parte del docente, entre los cuales se mencionan: la reinención constante con cada explicación, la actuación consciente de la formación integral del ser, del saber y del hacer para lograr un cambio de paradigma, la transformación de realidades a través de la orientación adecuada, facilitando herramientas para el cómo aprender y finalmente la transdisciplinariedad a través de la generación de interacciones, interrelaciones e interconexiones de los aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales propios del aprendizaje significativo (Cabero, 2006; De Guzmán, 2007; Castaño, Jenaro, & Flores, 2017; Delgado & Zamora, 2017).

Asimismo, Godino (2013, pág. 126) expresa “Las matemáticas se deben enseñar de manera que sean útiles para el ciudadano y los profesionales, no como un sistema cerrado ajeno a las aplicaciones que constituyen su origen y razón de ser”. Así pues, se debe conocer si lo que se enseña es significativo y aplicado en la vida del estudiante y es por ello que se convierte en un gran reto de asumir. **2.1 Conocimiento matemático para la enseñanza**

En esta realidad educativa tan cambiante, es de recordar que los docentes del área de matemáticas sustentan la importancia de la aplicación de los conocimientos en la práctica en dos concepciones: la primera, es la concepción idealista-platónica fundamentada en la construcción de estructuras del área de forma axiomática y en la que se construye un conocimiento “puro” dónde no se tienen en cuenta las aplicaciones en otras áreas. La segunda, es la concepción constructivista, que

visualiza la enseñanza desde la construcción de estructuras a partir de la naturaleza y la sociedad y en la que se incluye la matemática como respuesta natural a los problemas de carácter social, biológico y físico, para que de esta manera se evidencie la relación entre la disciplina y sus diferentes aplicaciones con el fin de satisfacer las necesidades propias del contexto (Godino, Batanero & Font, 2003).

De este modo, el presente artículo se enmarca en los términos de la concepción constructivista, especialmente en la teoría del conocimiento matemático para la enseñanza -MKT que surge luego de los dominios propuestos por Shulman (1986) en la idea de enfocar los estudios al contenido a enseñar: 1) Conocimiento del contenido (SMK), 2) Conocimiento didáctico del contenido (PCK), 3) Conocimiento curricular (KCC) y que posteriormente se reestructuran por Ball, Thames, & Phelps (2008) obteniendo seis subdominios que se presentan a continuación:

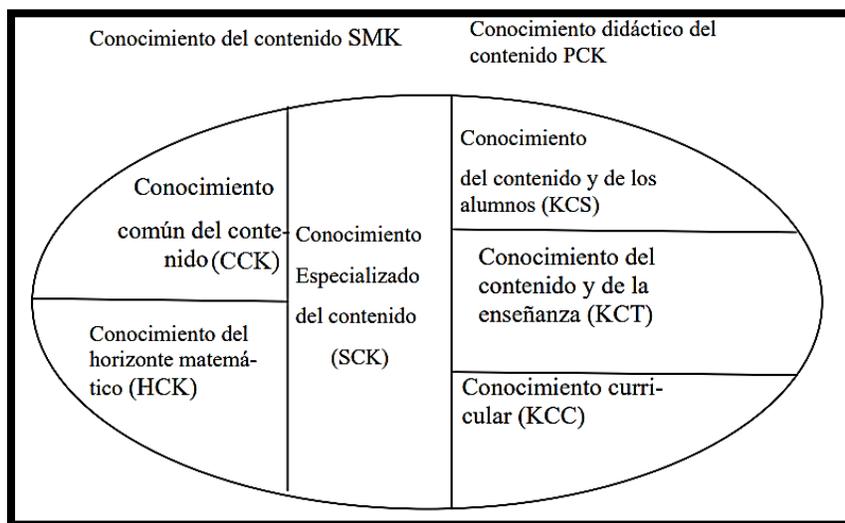


Fig. 1. Dominios del conocimiento matemático para enseñar- MKT. Tomado de: Ball, Thames & Phelps (2008, p. 403).

De los subdominios propuestos en la Figura 1, se destaca lo siguiente para la educación matemática: El CCK es el conocimiento matemático común que le permite a todas las personas poseer habilidades para comprender y resolver los

problemas propuestos. El SCK es el conocimiento especializado o más avanzado de la matemática, único de aquellos que deciden estudiar y aprender para luego enseñarla. Se encarga de validar las respuestas dadas por los estudiantes y ver la importancia

y significancia del proceso de enseñanza. El HCK es la trayectoria u horizonte matemático del contenido que distingue trazabilidad de los contenidos a lo largo del proceso de formación, además de aportar perspectiva al docente en diferentes etapas educativas sobre su trabajo (Godino, 2009; Montes, Contreras, & Carillo, 2013; Marbán & Méndez, 2015; Sosa & Cabañas, 2017).

Por su parte, el KCS es la combinación de la comprensión matemática con el pensamiento matemático de los estudiantes, en este se discuten los saberes previos, y cómo los estudiantes saben o aprenden un determinado contenido. El KCT es la puesta en práctica de los métodos y procedimientos que tienen los docentes para que la enseñanza sea interesante, motivadora y significativa en los estudiantes. Por último, el KCC visto como el conocimiento curricular necesario para enseñar (Godino, 2009; Marbán & Méndez, 2015; ; Sosa & Cabañas, 2017).

Lo anterior, no es una tarea fácil, pues, encontrar la sinergia entre teoría-práctica e implementar paralelamente el conocimiento del contenido con el conocimiento didáctico del contenido merece trabajo por parte del docente y del estudiante. Se espera entonces, integrar los conocimientos a fin de trascender a la innovación pedagógica y didáctica, no solo en las matemáticas sino en las ciencias básicas fundamentales en la formación del ingeniero (Trejo, Gallardo, & Trejo, 2013).

3. Enseñar a los futuros ingenieros: el reto de aprender, desaprender y reaprender

De acuerdo a las características de los nuevos tiempos, la formación de los futuros ingenieros supera el paradigma de adquirir conocimiento para aplicarlo en el contexto, éste debe generar nuevas formas de pensamiento, además de diseñar técnicas de aprendizaje permanente que respondan a las

exigencias de la sociedad actual (Capote, Rizo, & Bravo, 2016).

El ingeniero debe saber que su naturaleza está dada por emprender, innovar, ejecutar y evaluar proyectos de forma eficaz dando lo mejor de sí, mostrando disposición para aprender cada vez más. Por ello, debe practicar sus conocimientos y competencias a nivel científico y tecnológico, así como también hacer uso adecuado de los saberes que fueron adquiridos en su formación, incluyendo la enseñanza indispensable de la matemática.

En consecuencia, se reafirma la importancia del conocimiento matemático para la enseñanza – MTK, en donde la formación holística les permitirá a los futuros profesionales contar no solo con los subdominios propios de la teoría, sino también contar con habilidades para la vida, en conjunto con fundamentos epistemológicos, metodológicos y prácticos que les permita cumplir a cabalidad con el propósito de su formación (Capace, 2015).

Pero el gran interrogante es, ¿Cómo lograrlo? Si por más de 20 años se ha investigado sobre el tema y aún nadie sabe a ciencia cierta cuál es la hoja de ruta para llegar al total éxito en la enseñanza matemática. Sin embargo, en el presente texto se presentan algunas reflexiones para que los docentes no se estancan en la repetición de transmitir conocimiento y pierdan la vocación y motivación por enseñar.

Retomando la teoría de Ball, Thames, & Phelps (2008) el conocimiento del contenido – SMK para todo profesional puede adquirirse con la revisión de los contenidos del curso a mediar, con el estudio riguroso de los temas a tratar, con la solución anticipada de los ejercicios, con la verificación del syllabus y del material propuesto que propenda entre otras acciones básicas a la orientación eficaz de un curso, especialmente si está en campus virtual. Asimismo, esta adquisición de conocimiento frente al contenido se va

haciendo más familiar con el paso del tiempo gracias a la experiencia personal y profesional de los docentes (Guerra, Leguizamón, & Rincón, 2016).

Es importante precisar que cuando se menciona el término docente en este escrito, no se enfatiza precisamente en quienes poseen formación en pedagogía sino en todos los profesionales que por diversas circunstancias resultaron involucrados en los procesos de enseñanza en la educación superior. En este sentido, se converge en el conocimiento pedagógico del contenido y el conocimiento cotidiano en el discurso. Tal y como lo afirma Díaz (2017, p. 3):

En el caso de los ingenieros, ellos no han sido formalmente preparados para enseñar sus disciplinas, por lo que la experticia de enseñanza la han desarrollado a través de su formación continua, durante la experiencia adquirida en el ejercicio del oficio docente, más que en su formación inicial.

Entonces, una vez sea interiorizado el conocimiento del contenido por parte de los docentes y se tome conciencia de la importancia de ofrecer una enseñanza contextualizada, tomando como base en CCK, el SCK y el HCK respectivamente, se deben conocer los riesgos a los cuales se enfrentan al momento de enseñar y aprender.

El término aprender en el ejercicio profesional, implica contar con saberes previos que luego de una interacción dialógica y dialéctica con visión global se pueda pasar de lo interdisciplinar a lo transdisciplinar en la construcción de nuevo conocimiento, esto sí, teniendo en cuenta que es un ejercicio permanente de deconstrucción, construcción y reconstrucción de las experiencias propias del proceso educativo (Delgado & Zamora, 2017; Capote, Rizo, & Bravo, 2016).

Es así como la reconstrucción de conocimiento en la enseñanza matemática en ingeniería juega un papel importante, no solo

por los saberes disciplinares, también por el conocimiento didáctico del contenido - PCK, el cual permite que mediante las formas de representación y formulación sea comprensible a otros, es decir, el docente debe contar con la habilidad de transformar lo que sabe disciplinarmente en técnicas de atracción y significación para el estudiante y es allí donde se comienza a deconstruir ideas falsas y a reconstruir y recrear nuevas concepciones del saber (Talanquer, 2004).

En la ruta de construcción del conocimiento se encuentran muchos saberes previos errados, por lo que desaprender lo aprendido es una variable casi que permanente tanto en la formación como en la profesión y es por esto, que surge la necesidad de hacer transformaciones necesarias para que la enseñanza sea innovadora y más eficiente, presentando conocimientos amplios y flexibles, con un conjunto de actitudes y aptitudes que conlleven a la correcta aplicación del saber y saber hacer (Capote, Rizo, & Bravo, 2016).

Salazar (2000, p. 4) afirma “la matemática es la herramienta más poderosa para el ingeniero y su dominio desde los principios de su carrera le permitirá un rápido progreso en temas específicos de su formación profesional” Por consiguiente, los ingenieros deben usar técnicas matemáticas como un medio para crear, modelar y solucionar aspectos de la cotidianidad.

De este modo, la orientación en la construcción de nuevos esquemas a fin de comprender e interpretar el mundo y con base en ello poder transformar la información en nuevo conocimiento también generará procesos para aprender a aprender y aprender a emprender, no solo desde una perspectiva del MKT, sino que se desarrollen habilidades y saberes transversales desde lo actitudinal (Delgado & Zamora, 2017; Dos Santos J, 2019).

Recurrir a la formación en valores, actitudes, normas y creencias que se suscitan en un encuentro tutorial, especialmente mediado por herramientas web, es posible. El objetivo es favorecer el equilibrio personal, la empatía, el trabajo en equipo, la motivación y el liderazgo para la convivencia social, además de todos los elementos definidos en la Figura 1. Así pues, el aspecto actitudinal en la sociedad digital es igual de importante a los aspectos disciplinares y pedagógicos para llegar a la formación holística ideal de un ingeniero (Delgado & Zamora, 2017; Cepeda, 2019).

La solución está en analizar que reaprender debe ser un proceso voluntario para recodificar y resignificar esas técnicas de años atrás, que hoy en día ya no funcionan. Para lograr procesos de enseñanza en la actualidad, se debe partir del contexto, de la vanguardia, de las interconexiones, de lo digital y de la nueva sociedad para evolucionar, no hay que olvidar todo lo aprendido hay que renovar la vieja técnica, hay que repensar la enseñanza como una nueva profesión, como un todo para poder trascender.

Finalmente, el reto de aprender, desaprender y reaprender para innovar está en auge, los futuros ingenieros deben tener la capacidad de afrontar los desafíos que la sociedad les depara y aún más cuando nos encontramos en la cuarta revolución industrial, era de las interconexiones, robótica, nanotecnología, inteligencia artificial e internet de las cosas propias para el desenvolvimiento de un excelente ingeniero en campo y es con este mismo entusiasmo que los docentes se reinventan en aras de una enseñanza 4.0.

4. Enseñar en la nueva era industrial 4.0

Dando continuidad a la transformación imperante de la sociedad, en la que tanto docentes como estudiantes están inmersos, se debe tomar conciencia y cultura para adaptarse al cambio, los cuales implican una reforma sustancial en todos los ámbitos de la humanidad. Sin embargo, para que esto suceda, se deben vencer las resistencias y superar las barreras que como sociedad debemos enfrentar (Pernías, 2017).

En la industria 4.0, se reafirma la importancia y la necesidad de aprender a reaprender, a reconstruir y a repensar las distintas técnicas para enseñar. La cuarta revolución industrial, es una reinvención centrada en conocer las habilidades que requieren los futuros profesionales, pero especialmente en brindar herramientas para poder desarrollarlas; así mismo, pretende que los actuales profesionales hagan un cambio en su práctica y cumplan los nuevos retos y desafíos de la humanidad actual (Pernías, 2017; Domínguez, Oliveros, Coronado, & Valdez, 2019).

Así pues, un buen comienzo para transformar e innovar pedagógica y didácticamente en los procesos de enseñanza es la combinación entre los dominios del conocimiento matemático para enseñar – MKT presentados en la Figura 1 y los componentes básicos de la industria 4.0 presentados en la Figura 2; ya que no es posible seguir enseñando con las mismas técnicas de años pasados y menos en un contexto como el de ahora. Esto, va más allá de comprender y aplicar la estructura del MKT, es proponer técnicas, métodos y formas para que a través de las herramientas básicas de la industria 4.0 se genere una enseñanza integral y un aprendizaje que conlleve al mejoramiento de aspectos actitudinales, los cuales no están descritos en un plan universitario, sino que se adquieren a lo largo de la experiencia y vida misma.

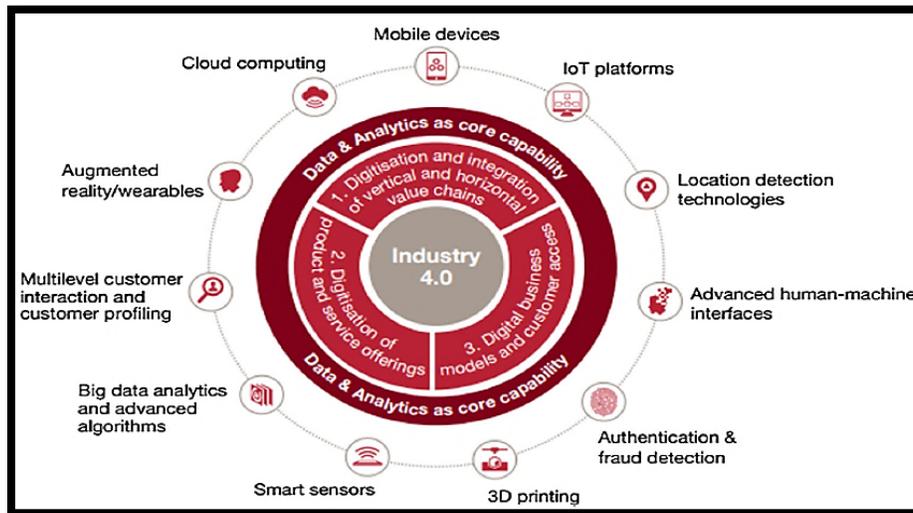


Fig. 2. Componentes básicos de la industria 4.0, adaptado de Lichtblau *et al.* (2016) citado por Oztemel & Gursev (2020).

Estos aspectos actitudinales son fundamentales en la formación del ser humano y en el escenario educativo no son la excepción, intentan redimensionar y resignificar los procesos metacognitivos para lograr el desarrollo autónomo de comportamientos, normas, compromisos, valores y creencias para la formación de personas emprendedoras, con sentido ético y bioético (Delgado & Zamora, 2017).

Las actitudes, pueden llegar a disponer o indisponer en los encuentros académicos. Hay que recordar que regularmente estos aspectos no se toman en cuenta en la estructura curricular tradicional y contrasta con la enseñanza enciclopédica, por el contrario, supone la perspectiva holística del saber (Martínez & Zamora, 2017; Leen & Romero, 2018; Hernández & Romero, 2019).

Al respecto, el docente actual debe formar en talentos y habilidades que les permita a los futuros ingenieros enfrentarse a un mundo de incertidumbre con un desarrollo amplio de actitudes, aptitudes, competencias y experiencias que impliquen conocimientos a nivel científico, investigativo y tecnológico para tener una perspectiva amplia de innovación, emprendimiento, creatividad a fin de favorecer su empleabilidad teniendo en

cuenta el contexto y buscando nuevas formas de investigar (García, Rentería-Ramos, Bonfim, & de Araújo, 2020).

Finalmente, surgen las nuevas técnicas para enseñar enfocando a los futuros ingenieros en un selecto grupo con capacidades excepcionales, en el que podrán emplearse sin ninguna dificultad. Se reconoce entonces el papel del docente en la formación del estudiante como y modelo a seguir, estando aún más con el uso de tecnología que les permite redescubrir sus capacidades y mejorar las técnicas de transmitir conocimiento (Pernías, 2017).

La Tabla 1, presenta la relación entre el MKT y los componentes de la industria 4.0, ideales en la formación del ingeniero para que al finalizar sus estudios se desempeñen de manera exitosa en el campo laboral (Pernías, 2017; Cabaña & Galbusera, 2019; Carvajal, 2019).

Tabla 1 Relación entre el MKT y los componentes de la industria 4.0.

Conocimiento matemático para enseñar – MKT	Aspectos actitudinales y habilidades transversales
Habilidad para trabajar con datos y tomar	Juicio y toma de decisiones

decisiones basadas en datos	
Habilidad para resolver problemas complejos	Resolución de problemas complejos
Habilidad para persuadir	Inteligencia emocional, Orientación al servicio, Negociación
Habilidades cognitivas	Creatividad, Pensamiento matemático, Flexibilidad cognitiva
Habilidades procedimentales	Comunicación, Pensamiento crítico
Habilidades Interpersonales	Manejo de personal, Capacidad de socialización

Fuente: creación propia. Si bien, estas habilidades no pueden transmitirse de cabeza a cabeza, el docente debe tener la capacidad de transmitir las de corazón a corazón con las dinámicas propias que la profesión exige. En ocasiones estas habilidades son subestimadas, pero en una sociedad donde lo humano es igual de importante a lo disciplinar son estas habilidades la base de la capacidad de adaptación de las personas a las nuevas circunstancias y retos que la sociedad les presente.

5. Conclusiones

Se reafirma lo expresado por Godino, Batanero, & Font (2003) y por Guerra, Leguizamón & Rincón (2016), ya que la enseñanza de la matemática además de incluir la solución de problemas debe presentarse como un trabajo auténtico que incluya el uso de los conocimientos a la solución de varias situaciones de la realidad, además de la disposición del docente para presentar sus conocimientos, procedimientos y actitudes para dar lo mejor de sí.

Es innegable la transformación rápida del mundo por la expansión de las tecnologías y

que han caminado todos los aspectos de índole social, académico, familiar y personal.

Definitivamente se deben adoptar nuevas y mejores actitudes y aptitudes, se deben ajustar las técnicas e implementar medios que sean llamativos y significativos a los estudiantes, se debe combinar el método científico propio de las ciencias básicas con la formación humanista y revelar que el mundo actual está presentando exigencias que si los profesionales no están a la altura para cumplirlas pueden correr el riesgo de quedarse en un pasado que quizás puede continuar perjudicando los procesos de enseñanza en la matemática.

La invitación es al estudio activo y permanente para seguir a la vanguardia con los métodos aprovechando que nos encontramos en una organización que hoy por hoy nos ofrece todas las herramientas para trascender y pasar de lo disciplinar a lo transdisciplinar y a la transformación de un mundo propicio en el que la enseñanza 4.0 está en auge.

El conocimiento matemático para enseñar – MKT y los componentes básicos de la cuarta revolución industrial deben integrarse para conformar un modelo de enseñanza incluyente que piense en la formación de futuros profesionales que se desempeñen de forma eficiente en un campo disciplinar.

Referencias

- Abello Mendoza, E. N., & Bernal Suárez, W. F. (2017). Prototipo para la orientación automática de paneles solares. *Publicaciones e Investigación*, 11(1), 103 - 111. <https://doi.org/10.22490/25394088.2254>
- Alemán Novoa, H. & Rodríguez Barrera, C. (2015). Metodologías para el análisis de riesgos en los SGSI. *Publicaciones e Investigación*, 9, 73 - 86. <https://doi.org/10.22490/25394088.1435>
- Amarillo Rojas, M. O. & Trujillo Arboleda, L. C. (2015). Simulación de redes de sensores inalámbricos: un modelo energético a nivel de nodo-sensor bajo las especificaciones Ieee 802.15.4tm y Zigbee. *Publicaciones e*

- Investigación*, 9, 13 - 24.
<https://doi.org/10.22490/25394088.1430>
- Araque, J. A., Díaz Rodríguez, J. L. & Guerrero, A. S. (2017). Optimización por recocido simulado de un convertidor multinivel monofásico con modulación PWM sinusoidal de múltiple portadora. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 1(27),
<https://doi.org/10.24054/16927257.v27.n27.2016.2542>
- Ball, L., Thames, M. & Phelps, G. (2008). Content Knowledge for Teaching: What Makes It Special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407.
<https://doi.org/10.1177/0022487108324554>
- Barbosa Reina, C., Ramírez Jiménez, L. N. & Morales Pedraza, N. (2014). Obtención de biodiesel (etil-éster) mediante catálisis básica a nivel planta piloto derivado de aceites usados de la industria alimenticia. *Publicaciones e Investigación*, 8(1), 99 - 116.
<https://doi.org/10.22490/25394088.1293>
- Bermeo, W. L., de Souza Jr. A. B., Fernandes, T. R., Honorio, D., Nogueira dos Reis, L. & Barreto, L. (2017). Control modo deslizante aplicado en la malla de corriente para una aplicación de una base-DSP para el control de posición de un motor de inducción de jaula de ardilla. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 1(27),
- Brousseau, G. (2000). Educación y didáctica de las matemáticas. *Educacion matematica*, 12(1), 5-38. <http://www.revista-educacion-matematica.org.mx/descargas/Vol12/1/03Brousseau.pdf>
- Cabaña, A. & Galbusera, L. (2019). Industria 4.0: Competencias en carreras de ingeniería. *Actas de jornadas y eventos académicos de UTN*.
- Cabero, J. (2006). Bases pedagógicas del e-learning. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 3(1), <http://dx.doi.org/10.7238/rusc.v3i1.265>
- Candelario Samper, J. J., & Rodríguez Bolaño, M. (2015). Seguridad informática en el siglo XX: una perspectiva jurídica tecnológica enfocada hacia las organizaciones nacionales y mundiales. *Publicaciones e Investigación*, 9, 153 - 162.
<https://doi.org/10.22490/25394088.1441>
- Capote, G., Rizo, N., & Bravo, G. (2016). La formación de ingenieros en la actualidad. Una explicación necesaria. *Revista Universidad y Sociedad*, 8(1), 21-28.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202016000100004
- Carvajal, J. (2019). La cuarta revolución industrial o industria 4.0 y su impacto en la educación superior en ingeniería en Latinoamérica y el Caribe. *Universidad Antonio Nariño*.
http://www.laccei.org/LACCEI2017-BocaRaton/work_in_progress/WP386.pdf
- Castaño, R., Jenaro, C., & Flores, N. (2017). Percepciones de estudiantes del Grado de Maestro sobre el proceso y resultados de la enseñanza semipresencial-Blended Learning. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 52,
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6005164>
- Castellanos, J. E., Alvarado, R.T., Aranguren Zambrano, S. (2015). Diseño de estrategia de control avanzado para sistema de celdas de flotación en el tratamiento de aguas de producción de petróleo y gas. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 2(26),
<https://doi.org/10.24054/16927257.v26.n26.2015.2381>
- Conde Granados, C. & Alarcón Torrenegra, M. (2016). Elaboración de una mermelada a partir del peciolo de ruibarbo (*Rheum rhabarbarum*). *@limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*. 14(2) 33 - 41.
<https://doi.org/10.24054/16927125.v2.n2.2016.2571>
- De Guzmán, M. (2007). Enseñanza de las ciencias y la matemática. *Revista iberoamericana de educación*, 43, 19-58.
<https://doi.org/10.35362/rie430750>

- De La Espriella-Babiloni, A. (2019). Comparación entre tecnologías emergentes y tradicionales en automatización e instrumentación industrial. *Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*, 10(1), <https://doi.org/10.25213/2216-1872.11>
- Delgado, A., & Zamora, A. (2017). Saberes actitudinales en la formación del ingeniero desde el enfoque ecosistémico formativo: una experiencia universitaria. *Revista educación en valores*, 27 15-35.
- Díaz Pacheco, C. (2017). El conocimiento pedagógico del contenido en tres docentes ingenieros: un acercamiento desde el análisis multimodal del discurso. *Actualidades Investigativas en Educación*, 17(1), 300-330. <https://doi.org/10.15517/aie.v17i1.27275>
- Dominguez, P., Oliveros, M., Coronado, M., & Valdez, B. (2019). Retos de ingeniería: enfoque educativo STEM+ A en la revolución industrial 4.0. *Innovación educativa (México, DF)*, 15-32.
- Dos Santos J. M. (2019). Aprender, desaprender e reaprender—matemática para todos. *Unión: revista iberoamericana de educación matemática*, 56, 7-25. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7039737>
- Gamboa, M. (2020). Escala estadística y software para evaluar coherencia didáctica en procesos de enseñanza-aprendizaje de matemáticas. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 11(1), 140-165. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7361559>
- García B., Y. P., Caballero P., L. A. & Maldonado O., Y. (2016). Evaluación del color en el tostado de haba (*Vicia Faba*). *@limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*. 14(2), 53 - 66.
- García, J., Rentería-Ramos, R., Bonfim, R. & de Araújo, R. (2020). *Desafíos de la actualidad en la valoración de competitividad, desarrollo, bienestar e innovación social para la investigación*. Salvador: Ceala.
- Garrell, A. & Guilera, L. (2019). *La industria 4.0 en la sociedad digital*. Madrid: Marge books.
- Godino, J. (2009). Categorías de análisis de los conocimientos del profesor de matemáticas. *Unión. Revista Iberoamericana de Educación Matemática*. 20, 13-31. https://www.ugr.es/~jgodino/eos/JDGodino%20Union_020%202009.pdf
- Godino, J. (2013). Indicadores de la idoneidad didáctica de procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 8(11), 111-132. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/view/14720/13965>
- Godino, J., Batanero, C., & Font, V. (2003). *Fundamentos de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas para maestros*. Granada: Universidad de Granada.
- Gómez Orozco, L., & Capera Urrego, A. I. (2016). Modelos de ensuciamiento en intercambiadores de calor tubulares en sistemas indirectos en procesos uHt en la industria láctea. *Publicaciones e Investigación*, 10, 95-114. <https://doi.org/10.22490/25394088.1590>
- González, A., Amarillo, G., Amarillo, M., & Sarmiento, F. (2016). Drones aplicados a la agricultura de precisión. *Publicaciones e Investigación*, 10, 23-37. <https://doi.org/10.22490/25394088.1585>
- Guerra, L., Leguizamo, C. & Rincón, D. (2016). La práctica docente en la enseñanza de las matemáticas: investigación narrativa a nueve docentes de tres instituciones educativas de Bogotá. Tesis de Grado. Universidad de la Salle, Bogotá. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1472&context=maest_documento
- Fernández Guerrero, M., & González Ferro, V. (2017). Enseñar, el arte de transformar y crecer. *Saber, Ciencia y Libertad*, 12(2), 167-174.

- Hernández, L., & Romero, L. (2019). Contrastación teórica de aspectos procedimentales, actitudinales y cognitivos en la enseñanza y aprendizaje de estadística. *Eduser*, 6(1), <http://revistas.ucv.edu.pe/index.php/EDUSER/article/view/1696>
- Hernández, S., & Jaboco, H. (2011). Descripción de algunas tesis de maestría en educación matemática. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 13(1), 123-134. <https://redie.uabc.mx/redie/article/view/275>
- Leen, C., & Romero, L. (2018). La enseñanza y aprendizaje del Taller Máquinas y Herramientas: Prospectiva de aspectos procedimentales, actitudinales y cognitivos. *Cedotic*, 3(2), <http://investigaciones.uniatlantico.edu.co/revistas/index.php/CEDOTIC/article/view/1964>
- Leguizamón Sierra, G. I., & Yepes González, N. V. (2014). Estudio descriptivo mediante análisis multicriterio de la cadena agroalimentaria de la panela. *Publicaciones e Investigación*, 8(1), 161 - 183. <https://doi.org/10.22490/25394088.1298>
- León, Mariana, Orduz, A., Velandia, M. (2017). Composición fisicoquímica de la carne de ovejo, pollo, res y cerdo. *@limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 15(2), 62 - 75. <https://doi.org/10.24054/16927125.v2.n2.2017.2969>
- López Jiménez, V. L. (2014). Propuesta metodológica para el rediseño de una red meteorológica en un sector de la región andina colombiana. *Publicaciones e Investigación*, 8(1), 55 - 76. <https://doi.org/10.22490/25394088.1281>
- Martínez, A., & Zamora, A. (2017). Saberes actitudinales en la formación del ingeniero desde el enfoque ecosistémico formativo: una experiencia universitaria. *Revista educación en valores*, 27, 15-35. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7021596>
- Martínez, J., & Pino, F. J. (2016). Definición de un modelo de calidad de servicios soportado por tecnologías de la información (TI). *Publicaciones e Investigación*, 10, 49-67. <https://doi.org/10.22490/25394088.1587>
- Martínez Delgado, A., & Zamora, A. (2017). Saberes actitudinales en la formación del ingeniero desde el enfoque ecosistémico formativo: una experiencia universitaria. *Revista educación en valores*, 15-35. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7021596>
- Martínez, V. (2017). Educación presencial versus educación a distancia. *La Cuestión Universitaria*, 9, 108-116.
- Meneses-Patiño, Y. P., & Ardila, L. (2019). El Método Singapur como estrategia didáctica para el fortalecimiento de la competencia de resolución de problemas aditivos en estudiantes de básica primaria. *Ecomatemático*, 10(1), 28-41. <https://doi.org/10.22463/17948231.2540>
- Montes, M., Contreras, L., & Carillo, J. (2013). Conocimiento del profesor de matemáticas: Enfoques del MKT y del MTSK. *Investigación en Educación Matemática XVII*, (pp. 404-410). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5065853>
- Molina, L. D., & Lozano, L. P. (2016). La desertificación del suelo, aspectos y estrategias de lucha. *Publicaciones e Investigación*, 10, 117-127. <https://doi.org/10.22490/25394088.1591>
- Montañez Carrillo, L. & Lis Gutiérrez, J. P. (2016). Medición de la madurez de la gestión del conocimiento en la Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería de la UNAD. *Publicaciones e Investigación*, 10, 177-191. <https://doi.org/10.22490/25394088.1595>
- Mosquera Laverde, W. E. & Vásquez Bernal, O. A. (2015). Herramientas de gestión ambiental para las carreteras de cuarta generación (4g) en Colombia. *Publicaciones e Investigación*, 9, 87-98. <https://doi.org/10.22490/25394088.1436>
- Ortega Toro, R., & Hoyos Concha, J. L. (2016). Residuos piscícolas a ensilaje biológico: evaluación fisicoquímica. *Publicaciones e Investigación*, 10, 13-20. <https://doi.org/10.22490/25394088.1584>

- Pantoja, L., & Pardo, C. (2016). Evaluando la facilidad de aprendizaje de frameworks MVC en el desarrollo de aplicaciones web. *Publicaciones e Investigación*, 10, 129-142. <https://doi.org/10.22490/25394088.1592>
- Parada Puentes, J. A. (2018). Estrategias gerenciales para el reconocimiento del desempeño laboral docente. *Mundo FESC*, 7(14), 42-56. <https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/view/140>
- Paredes, J. (2009). Perfiles de docentes en los modelos de enseñanza que emergen de los usos de plataformas elearning. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa Relatec*, 8(1)53-63. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3039593>
- Parada, M., Caballero, L. & Rivera, M. (2017). Características fisicoquímicas de tres variedades de café tostado y molido cultivados en Norte de Santander. *@limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 15(1), 66 – 76. <https://doi.org/10.24054/16927125.v1.n1.2017.2963>
- Pardo García, A., Castellanos González, L. (2017). Automatización de ambientes en invernaderos simulando escenarios futuros. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 1(29), <https://www.semanticscholar.org/paper/AUTOMATIZACION%20DE-AMBIENTES-EN-INVERNADEROS-FUTUROS-Garc%C3%ADa-Gonz%C3%A1lez/a4eb75ad53b7ceca844c09934381b44e0aa28433>
- Pérez, J., Castro, J. (2018). LRS1: un robot social de bajo costo para la asignatura “Programación 1”. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 2(32), http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinv/index.php/RCTA/article/view/3028/1653
- Quintana Fuentes, L. F., Gelvez Pinilla, M. & Mendoza, L. J. (2014). Estandarización de la fase de fermentación “Fase I” en la obtención de un licor de mandarina utilizando levadura “*Saccharomyces Cerevisiae*”. *Publicaciones e Investigación*, 8(1), 139 - 149. <https://doi.org/10.22490/25394088.1296>
- Ramírez Gómez. L. E. (2016). Análisis de las propiedades físicas y químicas de zanahoria deshidratada por ósmosis y secado convectivo. *@limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 14(2), 42 – 53. <https://doi.org/10.24054/16927125.v2.n2.2016.2298>
- Rojas Garzón, L. J., & López Jiménez, V. L. (2017). Vulnerabilidad hídrica de la cuenca del río blanco, en el municipio de La Calera, considerando los escenarios de cambio climático propuestos por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR. *Publicaciones e Investigación*, 11(1), 77 - 88. <https://doi.org/10.22490/25394088.2258>
- Salazar, C. (2000). Formación socio humanística del ingeniero en Iberoamérica. Caso: Colombia. *XXVII Conferencia Nacional de Ingeniería*.
- Sánchez Bautista, E. A., Villarreal Roa, J. R., & Torres Ortega, J. A. (2015). Estimación de la huella hídrica para un cultivo de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*). *Publicaciones e Investigación*, 9, 135 - 146. <https://doi.org/10.22490/25394088.1439>
- Santiago, E. J., Sánchez Allende, J. (2017). Diseño de un sistema multiagentes híbrido basado en aprendizaje profundo para la detección y contención de ciberataques. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 2(28), <https://doi.org/10.24054/16927257.v28.n28.2016.2495>
- Simanca, F., Abuchar, A., Blanco, F. (2017). Implementación de herramientas tecnológicas en los procesos de enseñanza- aprendizaje de los triángulos. *I + D Revista de investigaciones*, 10(2), <http://www.udi.edu.co/revistainvestigaciones/index.php/ID/article/view/136>
- Sosa, L., & Cabañas, M. (2017). Desarrollo docente en matemáticas desde lo inductivo y deductivo del conocimiento. *Investigación e Innovación en Matemática Educativa*, 2, 377-387. <http://funes.uniandes.edu.co/15538/>
- Suárez, O., Vega, C., Sánchez, E., González Santiago, A., Rodríguez Jorge, O. & Pardo García, A. (2018). Degradación anormal de p53 e inducción de apoptosis en la red p53-mdm2

- usando la estrategia de control tipo pin. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 2(32), <https://doi.org/10.24054/16927257.v32.n32.2018.3020>
- Torres Ortega, J. A., Contento Rubio, O. F., & Herrera Orozco, I. (2017). Análisis de ciclo de vida para una biorefinería derivada de residuos agrícolas de palma aceitera (*Elaeis guineensis*). *Publicaciones e Investigación*, 11(1), 13 - 36. <https://doi.org/10.22490/25394088.2251>
- Velásquez Pérez, T., Espinel Blanco, E. E. & Guerrero Gómez, G. (2017), Estrategias pedagógicas en el aula de clase. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 2(28), <https://doi.org/10.24054/16927257.v28.n28.2016.2475>
- Pernías, P. (2017). Nuevos empleos, nuevas habilidades ¿Estamos preparando el talento para la cuarta revolución industrial? *ICE, Revista de Economía*, 898, 59-72. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6267075>
- Talanquer, V. (2004). Formación docente: ¿Qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química? *Educación Química. UNAM*, 15(1), <http://www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/66216>
- Trejo, E., Camarena Gallardo, P., & Trejo, N. (2013). Las matemáticas en la formación de un ingeniero: una propuesta metodológica. *REDU: Revista de Docencia Universitaria*, 11, <https://doi.org/10.4995/redu.2013.5562>
- Velásquez Pérez, T., Espinel Blanco, E. E., Guerrero Gómez, G. (2016). Estrategias pedagógicas en el aula de clase. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 2(26), <https://doi.org/10.24054/16927257.v28.n28.2016.2475>
- Zamorano, A. (2015). La práctica de la enseñanza de las matemáticas a través de las situaciones de contingencia. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona.
- Zepeda-Hurtado, M., Cardoso-Espinosa, E. O. & Rey-Benguría, C. (2019). El desarrollo de habilidades blandas en la formación de ingenieros. *Científica*, 23(1), 61-67. http://www.cientifica.esimez.ipn.mx/manuscritos/V23N1_061_067.pdf