

Tipo de artículo: Artículo original

Temática: Formación del Ingeniero en Ciencias Informáticas

Recibido: 25/10/2020 | Aceptado: 28/11/2020 | Publicado: 01/12/2020

Acciones para desarrollar el pensamiento matemático desde la asignatura Matemática I en la carrera ICI

Actions to develop mathematical thinking from the subject Mathematics I in the ICI career

Tito Díaz Bravo^{1*}, José Hilario Quintana Álvarez², Gusbey Pérez Carrazana³ y Abel Velázquez Pratts⁴

^{1,2,3 y 4} Universidad de las Ciencias Informáticas. Km 3,5, Autopista a San Antonio. La Habana. Cuba.

¹ tdiaz@uci.cu

² jhquintana@uci.cu

³ gusbey@uci.cu

⁴ abelv@uci.cu

* Autor para correspondencia: tdiaz@uci.cu

Resumen

Se presenta el resultado de un trabajo de investigación de carácter cualitativo, que tiene como objetivo delinear acciones para desarrollar el pensamiento matemático desde la asignatura Matemática I, del nuevo Plan de Estudio E de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas, en la Universidad de las Ciencias Informáticas. La metodología utilizada se apoya en la indagación sobre dos fuentes predominantes: la que se origina en la práctica de la enseñanza de la matemática a estudiantes de ingeniería por varias décadas y la proveniente de un estudio de la literatura sobre el pensamiento matemático. Tomando como referencia los contenidos del Tema 1 de la asignatura, se delinear acciones y se presentan ejemplos, dirigidos a aportar a la motivación de los alumnos por la presencia de la matemática en su curriculum docente y al desarrollo del pensamiento matemático que deben ir fortaleciendo a lo largo de su carrera.

Palabras clave: enseñanza de la matemática, pensamiento matemático, ingeniería, ciencias informáticas, investigación cualitativa

Abstract

The result of a qualitative research work is presented, which aims to outline actions to develop mathematical thinking from Mathematics I, of the new Career E Study Plan of the Computer Science Engineering degree, at the University of Informatic Sciences. The methodology used is based on the investigation of two predominant sources: the one that originates in the practice of teaching mathematics to engineering students for some decades and the other one that comes from a study of the literature on mathematical thinking. Taking as a reference the contents of Topic 1 of the subject, actions are outlined and examples are presented, aimed at contributing to the motivation of students by the

presence of mathematics in their teaching curriculum and to the development of mathematical thinking that should gradually strengthen students throughout his career.

Keywords: *mathematics education, mathematical thinking, engineering, computer science, qualitative research*

Introducción

Hoy día la enseñanza de la ingeniería enfrenta notables desafíos, dado el vertiginoso crecimiento del conocimiento magnificado por el desarrollo exponencial de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, el agravamiento de los negativos impactos sobre la naturaleza, y el decrecimiento de los recursos energéticos tradicionales, por mencionar solo algunos factores trascendentes, cuestiones estas que de modo similar constituyen retos en el desempeño de profesionales universitarios egresados de diversas carreras universitarias de otros campos del conocimiento. La enseñanza de la Matemática en el nivel universitario tiene sus peculiaridades según las carreras de que se trate, lo que se debe tener en consideración de modo significativo; desentenderse de este asunto influye de modo negativo en la formación del futuro egresado; lastra la motivación del estudiante por la asignatura. El ingeniero tiene como labores principales el diseño, construcción (desarrollo), operación (explotación) y mantenimiento de complejos procesos o sistemas, actividades estas en las que la formación matemática, el pensamiento matemático alcanzado, le propician llevarlas a cabo con eficiencia tecnológica y económica, así como resguardando la integridad de la naturaleza. El ingeniero debe poseer habilidades diversas más allá de la de poseer marcada experticia en su especialidad, entre las que pueden resaltarse las de trabajo en grupo, de relacionarse con jefes y subordinados, así como un dominio informático elevado en el uso de aplicaciones propias de su campo de trabajo, incluidas las que le sustenten una formación permanente.

En su tesis de doctorado Quéré (2019) presenta una pormenorizada caracterización de la profesión de ingeniería y describe cómo los estudiantes vienen preparados en Matemática en su país de niveles precedentes; se ocupa el autor de hacer un análisis crítico de qué se les enseña posteriormente de Matemática durante su carrera, y de cuál debería ser dicha enseñanza, atendiendo a lo que se encontrarán y requerirán de esta ciencia los nuevos ingenieros en sus lugares de trabajo. El autor basa sus análisis en teorías didácticas avanzadas. Lo que relata acerca de lo concerniente a la preparación precaria que traen los estudiantes en Matemática, resulta similar a lo que acontece en Cuba. El estudio de dicha tesis resulta de provecho notable para los que posean intereses afines con los tratados en el mencionado documento; e insoslayable es la necesidad de profesores de carreras de ingeniería, que son egresados de otros tipos de carreras universitarias, de conocer cada vez más para qué se forman los estudiantes con los que interactúan.

El futuro Ingeniero en Ciencias Informáticas y estudios afines, necesita desde el primer año de su carrera, fortalecer el pensamiento matemático y lógico que haya alcanzado en niveles precedentes, para formarse debidamente con vistas a enfrentar los problemas de la profesión que le son inherentes, Ministerio de Educación Superior, MES (2018). Plantean Serna y Polo (2014) que "La capacidad para resolver problemas es un componente importante en el ejercicio profesional de los ingenieros, e inclusive puede ser el núcleo de su ejercicio. Como nunca antes en la historia, esta capacidad en este siglo está dominando cada vez más el contenido intelectual de esta área del conocimiento y los principios de la lógica y la abstracción cobran especial importancia para potencializarla". Una de las principales encargadas de desarrollar la capacidad de resolver problemas es precisamente la Disciplina Matemática del Plan de Estudio E, (PEE), de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas, (ICI), iniciado en el curso escolar 2018-2019, MES (2018).

Expresan también los autores Serna y Polo (2014) que "Las soluciones propuestas a los problemas actuales serán más eficaces si se sustentan en procedimientos y modelos construidos con fundamentos lógicos sólidos, pero en los procesos formativos la revolución y aplicación de la lógica apenas se prevé y la responsabilidad se delega a las matemáticas como un único núcleo alrededor del cual giran los procesos ingenieriles". Este planteamiento parece algo exagerado; afortunadamente en la carrera ICI son varias las disciplinas del PEE que atienden de forma priorizada lo concerniente al desarrollo de la lógica y de la fortaleza de las soluciones a alcanzar, en la solución de los problemas de la profesión que puedan presentarse.

Diversos autores vienen comunicando sus experiencias y consideraciones para adecuar la enseñanza de la ingeniería a los requerimientos de las condiciones actuales. Serna y Serna (2017) hacen una propuesta que posee tres aspectos principales: "1) dejar de lado el pensamiento lineal y comenzar a ver el mundo de forma holística, 2) formar desde la transdisciplina para el desarrollo de la creatividad, y 3) integrar al Pensamiento Complejo en la formación ingenieril como principio de innovación y de análisis". Es opinión de los presentes autores que diversos tipos de pensamiento están indisolublemente relacionados, así como lo están el pensamiento y la habilidad, y que acciones para acrecentar el pensamiento matemático influyen positivamente en el pensamiento ingenieril, algorítmico y computacional, y en los pensamientos complejo, crítico y práctico respectivamente, todos estos vistos como partes del pensamiento científico, profesional y social. Al respecto existe valiosa información en la literatura (Adell, Llopis, Esteve y Valdeolivas, 2019; Domingo, sin fecha; Faustino, Pérez, y Wongo, 2017; Mejia, 2009; Parra y Villa, 2017; Torres, 2007 y Zapata-Ros, 2018).

Atendiendo a lo comentado antes y a la importancia de encausar la labor docente hacia un aprendizaje significativo, el objetivo del presente trabajo es delinear acciones para desarrollar el pensamiento matemático desde la asignatura Matemática I en la carrera ICI, que propicien una mayor asimilación en el aprendizaje de esta importante ciencia para la labor del ingeniero.

Materiales y métodos

Se presenta un trabajo de investigación que posee dos fuentes predominantes: la que se origina en la práctica de la enseñanza de la matemática a estudiantes de ingeniería por varias décadas y la proveniente de un estudio de la literatura sobre el pensamiento matemático. Apoya asimismo el enfoque del presente trabajo, la significativa labor docente de sus autores dentro de la disciplina Matemática, y una extensa y profunda labor de dirección y asesoramiento en Trabajos de Tesis de culminación de estudios de ingeniería. Y la labor de posgrado, tanto en Diplomados, Maestrías y Especialidades, así como de Doctorados, incluida la impartición de diversos cursos de Metodología de la Investigación, Estadística, Métodos Numéricos, Optimización, Modelación Matemática y Simulación de Procesos, a profesionales de diversos centros científicos prestigiosos del país y del extranjero.

En la metodología seguida para realizar el presente trabajo, un componente significativo resulta el análisis del Programa analítico (PA) de la asignatura Matemática I, del PEE de la carrera ICI, impartida por vez primera en el curso escolar 2019-2020, segundo año de la carrera. Muy importante y necesitado de dedicarle un tiempo considerable, ha resultado a la vez, un estudio de la evolución del pensamiento matemático y la enseñanza de dicha disciplina, en particular a estudiantes de ingeniería.

Es por tanto una investigación de esencias cualitativa y documental, con sus rasgos de intervención acción. Subyacen de los últimos cursos en la mente de los autores del presente trabajo, cifras muy bajas en mediciones de diagnósticos de conocimientos matemáticos que poseen los alumnos al comienzo del semestre académico y los resultados al concluir el mismo, los que constituyen factores que inducen a la realización de esta investigación. Las poblaciones del estudio son básicamente los alumnos de primer año de la carrera ICI y la de los documentos de la literatura científica sobre pensamiento matemático en estudiantes de ingeniería. Para un estudio de enfoque cuantitativo, las variables independientes principales serían los estudiantes referidos antes, el tiempo de estudio que le dedican a la asignatura, los objetivos a alcanzar en la asignatura Matemática I y las acciones de enseñanza de la matemática que se llevan a cabo durante el semestre; y la variable dependiente es el desarrollo del pensamiento matemático alcanzado por el alumno. No fue realizado un estudio experimental ni cuantitativo, por lo que no se presentan resultados de esa

naturaleza; si se apreciarán más adelante algunas propuestas sobre acciones de enseñanza de la matemática, a valorar para su posible introducción en próximos semestres, varias de ellas puestas en prácticas parcialmente, con resultados satisfactorios.

Lo que se alude en esta sección, respecto a elementos de metodología de la investigación, está en concordancia con lo que plantean autores como Hernández, Fernández y Baptista (2014), Navarro, Jiménez, Rappoport y Thoilliez (2017), Legrá (2018) y Colectivo de autores (2019).

Resultados y discusión

El PA de la asignatura Matemática I, del PEE de la carrera ICI, dispone de 80 horas y posee cinco temas: 1) Funciones reales de una variable real. 2) Límite y continuidad de funciones reales de una variable real. 3) Cálculo diferencial de funciones reales de una variable real. 4) Funciones reales de varias variables reales. Y 5) Cálculo diferencial de funciones reales de varias variables reales. Los objetivos generales previstos se muestran en la Tabla 1. Los libros principales con los que se trabaja son Stewart (2002), Stewart (2012a), Stewart (2012b) y Swokowski (1989), los cuales poseen el rigor necesario en el desarrollo de los contenidos y se caracterizan por incluir numerosas ejercicios resueltos, con una buena graduación en complejidad, además de ejercicios propuestos.

Por razones de su extensión, lo de acciones para desarrollar el pensamiento matemático desde la asignatura Matemática I en la carrera ICI, se esbozará más adelante solo para el primer tema, Funciones reales de una variable real, y un tanto en lo concerniente a los momentos expositivos de las clases. Además, el enfoque a seguir para alcanzar lo del desarrollo del pensamiento matemático, logra caracterizarse debidamente con lo expuesto en el presente documento. Las diversas acciones que podrían plantearse apoyadas en el uso de las Tenologías de la Información y las Comunicacions, TIC, tampoco son tratadas en detalle por la propia razón mencionada antes.

El Sistema de conocimientos del Tema 1, de la asignatura Matemática I (Rodríguez, 2018), previsto a impartirse en 6 horas, incluye:

"Concepto de función real de una variable real. Distintas formas de representación de una función. Propiedades (dominio, imagen, monotonía, paridad, interceptos, periodicidad, extremos, signos, acotamiento, inyectividad, sobreyectividad y biyectividad) de las funciones potenciales, exponenciales, racionales,

logarítmicas y trigonométricas. Transformaciones geométricas elementales: desplazamiento, contracción/dilatación y reflexión en las funciones elementales y sus gráficas. Función inversa".

Tabla 1. Objetivos generales de la asignatura Matemática I

-
1. Actuar con responsabilidad, honestidad, honradez, creatividad, modestia, solidaridad y ética revolucionaria.
 2. Interpretar los conceptos de función, límite y continuidad de funciones, así como, teoremas y métodos del cálculo diferencial como vía para interpretar modelos ya creados y en algunos casos para modelar problemas físicos, geométricos y vinculados con el perfil; que permitan una consolidación de la concepción científica del mundo.
 3. Resolver problemas matemáticos, físicos y de la especialidad que les son inherentes utilizando conceptos, teoremas y métodos de trabajo del cálculo diferencial para resolver problemas, con el empleo de asistentes matemáticos, aplicaciones móviles y otros medios tecnológicos disponibles como vía para la racionalización del trabajo durante la realización de las tareas y como contribución a la fijación de conceptos, procedimientos y para el establecimiento de conjeturas.
 4. Desarrollar la capacidad de razonamiento, el pensamiento lógico y algorítmico, a partir de situaciones matemáticas que den respuesta a problemas relacionados con la práctica social y la informatización de procesos haciendo uso del cálculo diferencial.
-

Fuente: Rodríguez (2018)

Los pobres conocimientos de Matemática que traen los estudiantes de niveles precedentes, deben irse resolviendo a lo largo del semestre, con énfasis en las primeras semanas. Hay que recabar continuamente la atención de los estudiantes sobre procedimientos algebraicos, de trigonometría y de geometría, tratando de desterrar el mecanicismo con el que se los pudieran haber enseñado antes (a los más afortunados, si fueron contenidos que hayan recibido en su momento), e incluso de modo prioritario a los que no lo recibieron. Díaz, Velázquez, Quintana, y Pérez (2019)

Desde la primera clase hay que tratar de hacerlos conscientes del deber personal que tienen de resolver los problemas de conocimientos insuficientes que puedan poseer, y orientarles que acudan a las páginas iniciales, Stewart (2002), y al autoexamen y anexos en Stewart (2012a), Stewart (2012b), como una de las vías a su alcance, de solucionar tales carencias. La impartición del Tema 1 (Funciones reales de una variable real), debe hacerse enfatizando en que se retoman en este, contenidos que deben dominar de niveles precedentes, tal como se planteó antes. Que las horas

disponibles en este tema ni por asomo se acercan a las de los años de secundaria básica y preuniversitario, en los que se trataron los contenidos aludidos en el tema.

Resultan numerosos los aspectos que se deberían tratar en la primera clase; uno de los que debe priorizarse es hacerles conscientes a los estudiantes, buscando cambios en sus requerimientos a los profesores y tratando de influir sobre su capacidad de pensamiento crítico, de que deben pedirles a los profesores de las distintas asignaturas los programas analíticos, e inducirles cómo deben acercarse a estos documentos para tener una visión general de las respectivas asignaturas. Además, sugerirles que se hagan del PEE, en el que podrán conocer de modo más integral, lo concerniente a la carrera. Es raro que en el primer año algún profesor se haya ocupado de tal acción.

Hay que esclarecer lo antes posible lo concerniente a variable independiente y variable dependiente. El enfoque de modelación, el concepto de modelo matemático, por tanto teórico, debe atenderse de modo continuo; señalar sus bondades y limitaciones en una primera vuelta de la espiral del conocimiento, que retomará más adelante el propio asunto en niveles de complejidad superior. Los conceptos de dominio e imagen de una función, identifican de hecho a las variables independiente y dependiente en cualquier función dada. Especial atención con la importante función lineal $y = mx + b$, con el significado de cada uno de sus términos, con los signos de estos, representación gráfica y propiedades correspondientes; recordar que es un polinomio de primer orden; trabajar también con la forma equivalente $\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{x - x_1}$. Resaltar el amplio uso que tendrá en otras asignaturas de la propia carrera, incluso como parte de procedimientos de solución de problemas no lineales. Deben quedar resueltas tempranamente las carencias del uso del sistema de coordenadas cartesianas en el plano, en particular en lo relativo a la selección de los valores de las escalas que deben seleccionarse en situaciones distintas.

A la vez, hay que hacer notar la severa limitación de la presencia de una sola variable independiente para poder modelar problemas un tanto más complejos, lo que anuncia la necesidad de tratar más adelante las funciones de dos o más variables reales. Se deben plantear ejemplos hipotéticos o reales que les motiven, como puede ser:

$$\text{Días de desarrollo, } DD, \text{ de un programa informático} = f(\text{Centenares de líneas de código, } CLC) \quad (1)$$

De una ligera interacción con los estudiantes, surgirían muy rápido propuestas más robustas, como:

$$DD = f(CL C; \text{ complejidad del algoritmo, } CA), \text{ y} \quad (2)$$

$$DD = f(CL C; CA; \text{ Experiencia del programador, } EP) \quad (3)$$

Las tres ecuaciones anteriores van integrando paulatinamente nuevas variables; de una sola variable independiente en la ecuación (1) a tres variables independientes en la ecuación (3).

Otro ejemplo hipotético apropiado es el concerniente al Nivel de Informatización, $Ninf$, de un centro laboral, un sector de la sociedad o todo un país, que para comenzar con una variable independiente, pudiera plantearse como:

$$Ninf = f(\text{Infraestructura en equipos de cómputo e interconectividad existentes, IECI}) \quad (4)$$

Del diálogo con los alumnos surgirían sin demoras propuestas de incluir una nueva variable independiente, como pudiera ser:

$$Ninf = (IECI; \text{Formación informática del personal, FIP}) \quad (5)$$

Y considerando una tercera, surgida en intercambio con personal especializado de centros laborales que radican en la UCI, se incluye la variable de cuya importancia los presentes autores van alcanzando mayor claridad paulatinamente,

$$Ninf = (IECI; FIP; \text{Política de informatización, PI}) \quad (6)$$

Ejemplos como los anteriores aportan a la motivación de los alumnos por la presencia de la matemática en su currículum docente, a la vez que deben aprovecharse para tributar al pensamiento matemático. Se debe llamar la atención sobre el hecho de que en estos ejemplos las variables no resultan similares a las sencillas con las que se vienen trabajando hasta el presente; este tipo de variables no es medible directamente sino que deben previamente ser conceptualizadas como constructos con dimensiones e indicadores (lo que también se le denomina operacionalizar la variable), para los que se recopilaría la información necesaria, con la cual finalmente se llegaría a los valores de tales variables. Tales tipos de ejemplos estarán además tributando a la intra e interdisciplinariedad, y al pensamiento profesional del alumno; es beneficioso darles a conocer que aprenderán a trabajar detalladamente con ese tipo de variables en otras asignaturas de la propia Disciplina Matemática y de varias disciplinas como Práctica Profesional, Gestión Organizacional, e Ingeniería y Gestión de Software.

Aunque en el Tema 1 se estén tratando solo funciones de una variable independiente, es provechoso hacer alusión con frecuencia a varias variables independientes, como se esbozó antes. De hecho, no apoya al fortalecimiento del pensamiento matemático impartir funciones de una variable real, en actividades separadas de funciones de varias variables, así como lo de límites y cálculo diferencial. Son a todas vista superables la forma en que está concebido el PA de la asignatura, en particular el orden de impartición para los contenidos previstos. Esto refleja tanto la diversidad de criterios existentes al respecto, como el apego a lo que se ha venido haciendo hasta el presente en la

enseñanza de tales de contenidos, entre otras causas derivado de numerosos buenos libros de texto, pero que fueron originados y fortalecidos desde situaciones distintas a la impartición de una carrera universitaria de ingeniería en solo cuatro años, como tiene lugar por primera vez en el actual curso académico.

Dentro del Tema 1, hay que ocuparse de entrar tempranamente en las funciones divididas por tramos. Un ejemplo simplificado, respecto al porcentaje de nivel de conocimientos informáticos, *NCI*, adquiridos desde el nacimiento hasta el egreso de la carrera de ICI, puede ser:

$$NCI = \begin{cases} \frac{30}{18}edad & \forall edad \leq 18años \\ 0,36329712e^{0,24520731edad} & \forall 18 < edad \leq 22 \end{cases} \quad (7)$$

Para el modelo de la ecuación (7) se supuso un *NCI* definido por un primer tramo en el que es válido una función lineal, tal que terminando el preuniversitario con 18 años el estudiante ha alcanzado el 30% de conocimientos informáticos, que se le estaría requiriendo para ingresar a la carrera. Y un segundo tramo en el que resulta válida una función exponencial, ajustada para que posea el 80% de *NCI*, respecto al previsto en el PEE de ICI al culminar la carrera, con edad de 22 años. Como modelo solo de carácter didáctico puede admitirse en el aprendizaje de estos contenidos de Matemática I, señalando oportunamente las limitaciones que tiene asociadas.

En funciones por tramos debe hacerse alusión a que los algoritmos de programación a utilizar ya no son lineales, sino que a partir de las preguntas necesarias, poseerá tantas ramificaciones como tramos existan en la función en cuestión, lo que quedará debidamente concebido en las líneas de código necesarias para escribir el programa correspondiente en determinado lenguaje, con el que se desee evaluar la función si fuese el caso.

Otro ejemplo interesante y opcional a introducir, solo con representación gráfica, aún no de los ordinarios que aparecen en los libros de texto, puede ser el de una función que calcule los conocimientos a adquirir de ICI, *CAICI* durante los cuatro años de la carrera, *AC*, ($AC \in [0, 4]$), por un estudiante según su rendimiento docente, suponiendo tres niveles al respecto (bajo, promedio y alto), pidiendo que se represente la función por tramos (año de la carrera) solo para el estudiante de rendimiento docente promedio, y considerando además el supuesto que dicho estudiante vaya alcanzando hasta el 80% de los objetivos de año en año. Proponer al respecto dos variantes de modelos: lineal y exponencial creciente.

En cuanto a las propiedades de una función habría que añadir a lo declarado en el sistema de conocimientos del Tema 1 presentado antes, el de **linealidad**. En el pensamiento matemático debe consolidarse por su importancia esta

calidad, no debe faltar como propiedad de una función, dado que en su extensión a modelos matemáticos, conlleva a la selección de determinadas familias de algoritmos de solución, según estos sean lineales o no lineales. Y al propio uso de modelos lineales dentro de procedimientos iterativos en la solución de modelos no lineales.

Los tipos de ejemplos mostrados antes no sustituyen para nada a los clásicos de los libros de texto, más bien deben integrarse a estos. Cualquiera que sea la función que se esté estudiando, debe tratar de avanzarse en su comprensión tanto como sea posible antes de utilizar un software asistente matemático, si es que llegase a ser imprescindible, incluso hasta llegar a su representación geométrica. Las funciones trigonométricas y sus inversas, entre otras, resultan ejemplos idóneos de los cuales es necesario rescatar, si fuese necesario, la habilidad de identificar dominio, imagen y representación gráfica de los mismos; es necesario el pensamiento matemático que se activa al esclarecer el comportamiento de estas funciones inversas en las cercanías de sus asíntotas verticales.

Las funciones racionales dadas en la forma $\frac{P_n(x)}{Q_m(x)}$, $m > n$, resultan especialmente importantes para activar la habilidad de la descomposición en factores de numerador y denominador, y determinación de asíntotas verticales asociadas a los ceros del denominador, así como para llevar a un gráfico el comportamiento de una determinada función de este tipo en las cercanías de dichas asíntotas. A la vez, recabar el análisis en los propios ejemplos, de qué sucede con el cociente cuando x crece indefinidamente o decrece de forma similar, y llevar a la representación gráfica tal comportamiento asintótico al eje x .

En funciones inversas, el ejemplo más sencillo resulta el de:

$$y = x \quad \text{y} \quad y^{-1} = 1/x.$$

Se está en presencia de una función lineal y otra no lineal. Su producto es $y * y^{-1} = x * 1/x = 1$ como era de esperar. Para profundizar ligeramente al respecto, es oportuno pedir el análisis de la representación gráfica de las tres funciones, así como la definición del dominio y la imagen de cada una de las tres. Con estas indagaciones sencillas, se consolida el concepto de función inversa, que resulta relevante en la solución de numerosos problemas matemáticos. Vendrían posteriormente y por su pertinencia, ejemplos como $\exp x * 1/(\exp x)$ y $\sen x * \csc x$.

Cuando en propiedades de una función se trata lo de interceptos, se debe hacer especial énfasis en los ceros, dado que después estos tendrán un lugar importante en la solución de diversos problemas. Y no quedarse solo en ese momento en funciones de una variable real, sino mencionar también las funciones de varias variables reales, en particular recordar lo de la solución de sistemas de ecuaciones lineales, estudiado como parte de los contenidos de Álgebra

Lineal, y que tendrá asimismo importancia cuando se requiera la solución de sistemas de ecuaciones no lineales, presentes en los modelos matemáticos de no pocos sistemas de procesos reales.

En alguna parte del Tema 1, debe prestársele la atención que merecen para el ingeniero en general y para el ingeniero en ciencias informáticas en particular, las funciones *Paso escalón*, *Rampa* y *Delta de Dirac*. Estas están presentes, entre otras aplicaciones, en importantes algoritmos de controles automáticos y telecomunicaciones. Generar tales funciones con pequeños programas de computación, es una habilidad que debe alcanzarse temprano, y mejor aún generar cualquiera de las tres opcionalmente desde un mismo programa.

No se debe dejar pasar la asignatura Matemática I sin inducir el uso de software tipo hoja de cálculo, como el EXCEL. No pocos estudiantes culminan su carrera sin utilizarlos y su empleo es marcadamente beneficioso para numerosas circunstancias, tanto por cualidades como asistente matemático, como por su presencia extendida en las computadoras actuales. Y por supuesto que es muy importante el uso de aplicaciones matemáticas de dispositivos móviles y de los software asistentes matemáticos más poderosos que requieren de computadoras.

Puede asustar y no es para menos, lo del contenido del Tema 1 y lo reducido de sus 6 horas de clases, aún cuando se imparta con el enfoque de recordatorio de contenidos que deben estar alcanzados de niveles precedentes. Impone esta situación arreglárselas para que no se minimicen acciones y resultados positivos en el desarrollo del pensamiento matemático de los estudiantes desde este tema. Es imprescindible continuar trabajando para mejorar, en lo que pueda ser necesario, el diseño de cada una de sus clases y en particular, del trabajo independiente que se oriente en estas, acompañando este brevísimo período con la atención individual que resulte posible a los alumnos más necesitados.

Lo expuesto hasta aquí para el tema de Funciones reales de una variable real, no es con pretensiones de exhaustividad, ni mucho menos de exclusividad. De hecho, un análisis más integral corresponde al qué se puede hacer sobre el conjunto de actividades del tema, según la tipología de la clase. Además, se podrían traer a colación opcionalmente otros ejemplos y recomendaciones de aspectos a resaltar, todo dirigido a acrecentar el pensamiento matemático, necesario de ir desarrollando en el estudiante de ICI. Y no solo se trata de las clases propiamente, sino también del estudio independiente a orientar desde estas, concatenando acciones a lo largo de los cinco temas que integran el programa analítico y sus 80 horas disponibles durante el semestre, como se dijo antes. No se debe concluir sin dejar sentada la posición de la necesaria interacción alumno-profesor, aún en las Conferencias; estas no deben obviar, por ejemplo, el uso de los teléfonos con aplicaciones matemáticas durante la clase, para que los estudiantes corroboren por si mismos resultados matemáticos mostrados u otros que sean ellos los que los obtengan y socialicen en la actividad su análisis sobre los mismos, sin descartar otras opciones de TIC que pudieran estar disponibles.

Conclusiones

En la asignatura Matemática I del PEE de ICI, deben llevarse intencionalmente a cabo acciones dirigidas a desarrollar el pensamiento matemático de los estudiantes, tomando en consideración los requerimientos propios del nuevo PA vigente y fortaleciendo los elementos de intra e interdisciplinariedad. A aquellos que lo necesiten, es imprescindible hacerles conscientes de la necesidad de superar con autoestudio carencias que puedan traer de niveles precedentes, orientándolos y apoyándolos al respecto, aunque desde las propias clases se deben atender aquellas carencias más generalizadas e importantes que se puedan diagnosticar. El desarrollo de ejemplos afines a situaciones que les conciernen a los alumnos, aumenta la motivación de estos por la presencia de la matemática en su formación.

Es aconsejable atender temprano los conceptos de variables independiente y dependiente, así como introducir, de modo simplificado, variables de las que en su momento se tendría que conceptualizar y operacionalizar, definiendo dimensiones e indicadores, para hacer viable el trabajo con las mismas. En la solución de ejercicios de funciones reales de una variable real, es necesario avanzar tanto como sea posible sin el apoyo de TIC alguna, logrando incluso llegar hasta la representación gráfica aproximada. El diseño apropiado de las distintas actividades docentes y de la orientación del trabajo independiente del alumno, poseen una importancia significativa para alcanzar mayor pertinencia, motivación, asimilación de los contenidos del PA y consecuente desarrollo del pensamiento matemático de los estudiantes.

Referencias

- Adell, J., Llopis, M. Á., Esteve, M., y Valdeolivas, M. G. (2019). El debate sobre el pensamiento computacional en educación. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(1). Recuperado de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/3314/331459398009/331459398009.pdf>
- Colectivo de autores (2019). *Metodología de la Investigación. Manual del estudiante*. PERÚ: Universidad de San Martín de Porres.
- Díaz, T., Velázquez, A., Quintana, J.H. y Pérez, G. (2019). Acciones desde el diseño de las clases de matemática I dirigidas a cumplir con los objetivos y resarcir a la vez la falta de conocimientos de la matemática precedente. *RELME 33*. Recuperado de

- https://www.researchgate.net/publication/334469677_ACCIONES_DESDE_EL_DISENO_DE_LAS_CLASES_DE_MATEMATICA_I_DIRIGIDAS_A_CUMPLIR_CON_LOS_OBJETIVOS_Y_RESARCIR_A_LA_VEZ_LA_FALTA_DE_CONOCIMIENTOS_DE_LA_MATEMATICA_PRECEDENTE
- Domingo, A. (sin fecha). Descripción de las tres fases del pensamiento práctico. Recuperado de https://practicareflexiva.pro/wp-content/uploads/2019/03/D.SCHON_FUNDAMENTOS.pdf
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. 6ta. ed. México: Mc Graw Hill Education.
- Faustino, A., Pérez, N., y Wong, E. (2017). Formación del Pensamiento Complejo Ingenieril en la Universidad "Óscar Ribas". *TELOS. Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*. Universidad Privada Dr. Rafael Belloso Chacín. 19 (3): 523 – 544. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/335235141_Formacion_del_Pensamiento_Complejo_Ingenieril_en_la_Universidad_Oscar_Ribas
- Legrá, A. A. (2018). *Elementos teóricos y prácticos de la investigación científico-tecnológica*. Cuba: Instituto Minero Metalúrgico de Moa.
- Mejía, A. (2009). Tres esferas de acción del pensamiento crítico en ingeniería. *Revista Iberoamericana de Educación*. 49(3).
- MES (2018). Plan de Estudio "E". Carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas. Ministerio de Educación Superior. Cuba.
- Navarro, E., Jiménez, E., Rappoport, S. y Thoilliez, B. (2017). *Fundamentos de la investigación y la innovación educativa*. España: Universidad Internacional de la Rioja.
- Parra, P. y Villa, J. A. (2017). Vinculación de las matemáticas con la realidad. Implicaciones en la conformación del pensamiento profesional del docente. *Paradigma*, 38(1), 288-311. Recuperado de <http://hdl.handle.net/123456789/3516>
- Quéré, P. V. (2019). *Les mathématiques dans formation des ingénieurs et sur leur lieu de travail: études et propositions (cas de la France)*. (Tesis doctoral). Recuperado de <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02281937v3/document>
- Rodríguez, A. (2018). Programa analítico. Asignatura Matemática I. *Plan de Estudios E*. Universidad de las Ciencias Informáticas.
- Serna, E., y Polo, J. A. (2014). Lógica y abstracción en la formación de ingenieros: una relación necesaria. *Ing. invest. y tecnol.*, 15(2). Recuperado de

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432014000200012

Serna, E., y Serna, A. (2017). Complejidad y Pensamiento Complejo para innovar los procesos formativos en ingeniería. *Sistemas, Cibernética e Informática*, 14 (1). Recuperado de [http://www.iiisci.org/journal/CV\\$/risici/pdfs/CB176YI17.pdf](http://www.iiisci.org/journal/CV$/risici/pdfs/CB176YI17.pdf)

Stewart, J. (2002). *Cálculo de una variable. Trascendentes tempranas*. 4ta. ed. México: Cengage Learning.

Stewart, J. (2012a). *Cálculo de una variable. Trascendentes tempranas*. 7ma. ed. México: Cengage Learning.

Stewart, J. (2012b). *Cálculo de varias variables. Trascendentes tempranas*. 7ma. ed. México: Cengage Learning.

Swokowski, E.W. (1989). *Cálculo con geometría analítica*. 2da. ed. California: Grupo editorial Iberoamérica.

Torres, G. (2007). *Manifestaciones individuales de pensamiento crítico en los estudiantes de la Universidad Antonio Nariño, Ibagué* (Tesis doctoral). Recuperado de http://biblioteca.clacso.edu.ar/Colombia/alianza-cinde-umz/20130404104021/GERMAN_EDELMIRA_GILBERT.pdf

Zapata-Ros, M. (20 de enero de 2018). *Pensamiento computacional. Una tercera competencia clave (III) ¿Qué es el Pensamiento Computacional_ Una definición*. Recuperado de <https://red.hypotheses.org/1069>