

ESTUDIO EXPLORATORIO SOBRE LA IMPORTANCIA DE LA MATEMÁTICA PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL EN LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE

IMPORTANCIA DE LA MATEMÁTICA PARA LA INGENIERÍA CIVIL

AUTORES: Nilda Iglesias Domecq¹

Isabel Alonso Berenguer²

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: nilda@uo.edu.cu

Fecha de recepción: 12-09-2016

Fecha de aceptación: 10-12-2016

RESUMEN

El artículo analiza los resultados obtenidos en un estudio diagnóstico sobre la importancia que se le concede a la Matemática que reciben los estudiantes de la carrera de la Ingeniería Civil, en la Universidad de Oriente de Santiago de Cuba. La investigación, de carácter exploratorio, utilizó métodos cuantitativos y cualitativos para determinar las principales dificultades relacionadas con la citada importancia y con el comportamiento de la formación matemática. Los resultados indican que existen insuficiencias que tienen su base en la forma deficiente en que se desarrolla la dinámica del proceso formativo en asignaturas de la carrera, revelando oportunidades para una intervención pedagógica en dicha dinámica.

PALABRAS CLAVE: Matemática; Ingeniería Civil; resolución de problemas.

EXPLORATORY STUDY ABOUT THE IMPORTANCE OF THE MATHEMATICS FOR THE CAREER OF CIVIL ENGINEERING IN THE ORIENTE UNIVERSITY

ABSTRACT

The article analyzes the results obtained in a diagnosis study about the importance that are granted to the mathematics that the students of the career of the Civil Engineering receive, in the Oriente University of Santiago from Cuba. The investigation, of exploratory character, combines quantitative and qualitative methods, to determine the main difficulties related with the mentioned importance and with the behavior of the mathematical formation. The obtained results indicate that there are inadequacies based in the faulty form in that the dynamics of the formative

¹ Licenciada en Matemática, Estudiante del Doctorado en Ciencias Pedagógicas, Profesor Auxiliar. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba.

² Licenciada en Matemática, Doctora en Ciencias Pedagógicas, Profesora Titular. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba. E-mail: ialonso@uo.edu.cu

process is developed in subjects of the career, that facilitate opportunities for a pedagogic intervention in this dynamics.

KEYWORDS: Mathematics; Civil Engineering; resolution of problems.

INTRODUCCIÓN

La Ingeniería Civil es una rama de la ingeniería que aplica los conocimientos de Física, Matemática, Química, Mecánica, Hidráulica, Topografía y Geología para la elaboración de infraestructura, principalmente edificios, obras hidráulicas y de transporte como carreteras y puentes, en general de gran tamaño, haciendo uso de materiales que cumplen con los objetivos constructivos, tales como concreto, acero, suelo, etc. (MES, 2007).

Para lograr tal infraestructura se requiere de profesionales con amplios conocimientos y posibilidades de aplicación de las ciencias básicas y de las ciencias ingenieriles; aptos para proponer soluciones racionales y creativas, enfocadas a las edificaciones, las estructuras de todo tipo, las vías terrestres y con algunas incursiones en el campo de la hidráulica. En consecuencia, la carrera de Ingeniería Civil asume el encargo social de preparar a un técnico con capacidad para diseñar, proyectar, planificar, gestionar y administrar los proyectos de implementación de dichas soluciones; así como, para desarrollar actividades relacionadas con la conservación de estructuras construidas o la producción de construcciones a pie de obra; lo mismo en el campo de las edificaciones, que en el de las vías terrestres de comunicación (MES, 2007).

Dentro de las ciencias básicas que requiere este ingeniero civil, para desempeñarse eficientemente en su campo de acción, se destaca la Matemática, disciplina que contribuye al desarrollo de su pensamiento lógico y algorítmico, aportándole los fundamentos básicos de un especialista en ciencias técnicas, dado que todo ingeniero realiza las representaciones técnicas y científicas en términos matemáticos, con los cuales refleja los rasgos cuantitativos y cualitativos de los fenómenos que estudia.

Y es tan relevante la Matemática para la Ingeniería Civil, que a ello se han referido numerosos didactas e investigadores. Tal es el caso de la española Pilar de la Rosa (2013), quien considera la necesidad de enseñar a los estudiantes la aplicabilidad de la Geometría Analítica a las obras civiles, con la finalidad de conseguir estructuras funcionales que resulten adecuadas desde el punto de vista de los materiales. La propia autora señala que debe demostrarse cómo esta rama de la Matemática resulta muy aplicable en la construcción de puentes colgantes, donde se utilizan modelos con parábolas, así como a la edificación de carreteras y autopistas, donde se emplean conceptos sobre trozos de rectas. También en la Mecánica del suelo y Geotécnica es de gran utilidad el Álgebra, cuyas ecuaciones lineales facilitan la determinación de la porosidad del suelo, aportando además conceptos

tales como vectores, matrices, sistemas de ecuaciones lineales y espacios vectoriales con sus transformaciones lineales, aplicables al diseño estructural de edificios y al cálculo de la transferencia de calor y la resistencia de materiales, entre otros.

Así mismo, el destacado ingeniero Marce Contreras, de la Universidad Autónoma de Santiago de Chile (2013), plantea que el ingeniero trabaja tomando decisiones que pueden ser técnicas o de otro tipo, por lo que debe acostumbrarse a razonar en forma ordenada, y esto sólo lo logra cuando sabe Matemática. Debe aplicar ciencias como Resistencia de Materiales que derivan de la Física, con base en la Matemática. A decir de este autor, la Matemática es objetiva, clara y universal, como se espera que sean las actuaciones de un ingeniero, por eso él debe nutrir su mentalidad con esta ciencia.

Por otro lado, el investigador español Juan Luis Vázquez (2013), asegura que la Matemática en manos de un ingeniero es la herramienta que hace posible construir modelos numéricos o cualitativos, cuyo análisis le permitirá tomar decisiones, realizar diseños y controlar procesos de forma eficaz y fiable. Así la modelación, la simulación computacional y el análisis de datos resultan herramientas esenciales en la ciencia ingenieril y la industria moderna.

Muchos son los autores que en la literatura revisada enfatizan la importancia y aplicabilidad de la Matemática a la solución de los problemas que se presentan en la Ingeniería Civil. Justamente, a partir de la importancia referida por estos autores y de la experiencia acumulada por las postulantes, surgió la necesidad de realizar un estudio exploratorio en la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad de Oriente, para investigar cómo en la misma se atiende dicha importancia y determinar la trascendencia de esta atención en la formación matemática de los estudiantes de dicha carrera.

DESARROLLO

Para llevar a cabo el estudio exploratorio se partió de realizar una revisión del Plan de Estudio vigente en la carrera de Ingeniería Civil, con el propósito de determinar si en el mismo se realiza una correcta proyección de la aplicación de la Matemática a la solución de problemas de la ingeniería civil. Luego se analizaron los resultados docentes que han obtenido los estudiantes de esta carrera en las asignaturas matemáticas, en los últimos tres cursos, para observar si existe un adecuado aprovechamiento docente en esta ciencia e inferir la importancia que se da a su estudio. Por último, se aplicó una encuesta para conocer directamente las opiniones de los estudiantes de los años primero a cuarto de Ingeniería Civil en la Universidad de Oriente, sobre la importancia que conceden al estudio de la Matemática y a la resolución de problemas matemáticos. La triangulación de los resultados obtenidos con los tres medios de diagnóstico aplicados permitió emitir

conclusiones fundamentadas sobre la importancia y aplicabilidad de la Matemática para la citada carrera.

Revisión del Plan de Estudio D, vigente en la carrera de Ingeniería Civil

Con el propósito de investigar cómo se refleja la importancia de la Matemática, a partir de su proyección en los objetivos formativos del Plan de Estudio D de esta carrera, se realizó la revisión del mismo mediante la técnica de análisis documental. Dicha revisión permitió comprobar que uno de los objetivos instructivos generales refiere "utilizar los conocimientos de las ciencias básicas: Física, Química y Matemática, aplicadas a la ingeniería, para la solución de problemas profesionales más comunes y acordes con los diferentes niveles de conocimiento establecidos en este Modelo del Profesional".

Así mismo, como parte de los objetivos instructivos del primer año se plantea "utilizar los principales conceptos de la Geometría Analítica, el Álgebra Lineal y el Cálculo Diferencial e Integral en la interpretación, modelación, solución y análisis de problemas, procurando que los problemas matemáticos a resolver garanticen el mayor vínculo con los problemas profesionales de la carrera, de acuerdo con las exigencias establecidas".

También en el caso del segundo año se prevé "utilizar los principales conceptos de las Series, Ecuaciones Diferenciales y los Métodos Numéricos en la interpretación, modelación, solución y análisis de problemas, procurando que los problemas matemáticos a resolver garanticen el mayor vínculo con los problemas profesionales de la carrera, de acuerdo con las exigencias establecidas".

En ambos años los objetivos referidos recogen claramente la intención de aplicar los contenidos de las asignaturas matemáticas a la solución de problemas estrechamente vinculados con la profesión ingenieril, con la excepción de los contenidos de Probabilidades y Estadística, que se imparte en el segundo año, y no aparece reflejada en el objetivo. En el caso de los años 3ro a 5to no existen asignaturas matemáticas.

En cuanto a las asignaturas del ejercicio de la profesión, la presencia de la Matemática no se hace explícita, sólo en el caso de la asignatura Hidráulica aplicada, perteneciente a la disciplina de igual nombre, en la que se considera como habilidad básica el aplicar las ecuaciones de continuidad y Bernoulli a fluidos reales. También en la asignatura de Modelación mecánica, de la disciplina de Análisis y diseño de estructuras, se hace alusión a la aplicación de conocimientos de las ciencias básicas.

De la revisión realizada al Plan de Estudio D de la carrera se puede concluir que, si bien se reconoce la necesidad de aplicar los contenidos de las asignaturas de la disciplina de Matemática Aplicada a la solución de problemas profesionales de la carrera, en la generalidad de las asignaturas

del ejercicio de la profesión no se explicita la base matemática de las normas y métodos ingenieriles, con lo cual el estudiante no percibe la importancia de la Matemática para su desempeño profesional.

Análisis de los resultados docentes obtenidos por los estudiantes de esta carrera en las asignaturas de la disciplina Matemática Aplicada

Para realizar este análisis se consideraron los resultados de todas las asignaturas de la disciplina Matemática Aplicada, en los cursos 2013-2014 al 2015-2016, como se muestra en la Tabla 1. Así, para cada curso escolar se calcularon los porcentajes de aprobados respecto a matrícula y para profundizar en la calidad de esa promoción, se consideraron también los porcentajes de aprobados con calificación de 3 puntos, respecto al total de aprobados.

Como puede observarse en dicha tabla, los porcentajes de promoción de la asignatura Matemática I (Cálculo Diferencial e Integral) se mantienen alrededor del 50% en los tres cursos, con una calidad que oscila entre 58.40% y 74.46% de aprobados con calificación de 3 puntos, respecto al total de aprobados, lo que da cuenta de la baja calidad de las promociones de esa asignatura.

Asignatura	Curso 2013-2014		Curso 2014-2015		Curso 2015-2016	
	% de aprobados respecto a matrícula	% de aprobados con 3 puntos respecto al total de aprobados	% de aprobados respecto a matrícula	% de aprobados con 3 puntos respecto al total de aprobados	% de aprobados respecto a matrícula	% de aprobados con 3 puntos respecto al total de aprobados
Matemática I (Cálculo Diferencial e Integral)	54.65	74.46	49.23	65.62	50.23	58.40
Matemática II (Cálculo Diferencial e Integral)	66.27	57.34	61.53	45.50	60.15	60.06
Álgebra Lineal y	76.74	56.06	78.46	41.17	78.12	84.40

Geometría Analítica						
Matemática III (Probabilidades y Estadística)	81.25	88.46	79.25	87.34	82.50	91.00
Matemática IV (Series y Ecuaciones Diferenciales)	64.06	90.24	54.06	65.32	48.00	72.62

Tabla 1. Resultados docentes de los estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad de Oriente, en las asignaturas de la disciplina Matemática Aplicada durante los cursos 2013-2014 al 2015 – 2016. [Fuente: Secretaría docente de la Facultad de Construcciones].

En el caso de la Matemática II (Cálculo Diferencial e Integral), la promoción es aproximadamente un 10% mayor que la de Matemática I y la calidad sigue siendo baja, aunque se comporta ligeramente mejor que en la asignatura anterior.

En la asignatura Algebra Lineal y Geometría Analítica se mejoran las promociones (por encima de 75% en todos los casos), pero se mantiene la mala calidad de las calificaciones.

La Matemática III (Probabilidades y Estadística) es la asignatura de mayor promoción en esos tres cursos bajo análisis (entre el 79.25% y el 82.5%); pero curiosamente, es la que exhibe la promoción de peor calidad, obteniendo porcentos de estudiantes aprobados con calificación de 3 puntos que oscilan entre 87.34% y 91% del total de aprobados.

Finalmente, la asignatura Matemática IV (Series y Ecuaciones Diferenciales), muestra un paulatino descenso de los porcentos de promoción obtenidos en estos tres cursos, los que van de 64.06% en el curso 2013-2014 a 54.06% en el curso 2014-2015 y a un 48% en el curso 2015-2016. La calidad de esta promoción es también mala, fluctuando entre el 65.32% y el 90.24% de calificaciones de 3 puntos respecto al total de aprobados.

En resumen, todas las asignaturas de la disciplina Matemática Aplicada presentan bajas promociones, y con una calidad deficiente, de donde pueden inferirse limitaciones en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de estas asignaturas; lo que puede estar motivado por falta de estudio, deficiencias en la selección y aplicación de métodos de enseñanza o por la concesión de una insuficiente importancia al papel que juega esta ciencia en el desempeño profesional de los ingenieros civiles.

Encuesta sobre la importancia que conceden a la Matemática los estudiantes de primero a cuarto de Ingeniería Civil

Para profundizar más en la importancia que le conceden los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil a la Matemática, se realizó una encuesta no estructurada en el curso 2015-2016. La misma estuvo conformada por 8 preguntas abiertas y se aplicó a estudiantes de los años primero, segundo, tercero y cuarto.

La muestra a encuestar, extraída aleatoriamente, se conformó como se muestra en la Tabla 2, donde para cada año se consideró una muestra ligeramente superior al 50% de los estudiantes matriculados. De manera general se encuestó al 52.43% de los estudiantes de 1ro a 4to años de la carrera de ingeniería Civil, matriculados en dicho curso escolar.

Año	Matrícula	Muestra a encuestar	Porcentaje que representa
1ro	66	34	51.51
2do	64	34	53.12
3ro	67	35	52.23
4to	49	26	53.06
Total	246	129	52.43

Tabla 2. Matrícula de los años 1ro a 4to de Ingeniería Civil en el curso 2015-2016, muestra a encuestar y % que representa respecto a la matrícula. [Fuente: Secretaría docente de la Facultad de Construcciones].

Una vez aplicada la encuesta, se realizó un procesamiento textual de la información derivada de la misma y, dado que se necesitaba conocer si existían diferencias significativas en las respuestas dadas por estudiantes de los distintos años de la carrera, se asignó un código que diferenció las respuestas de cada uno de los cuatro. Dicho código estuvo conformado por la letra E y un número que representativo del año.

Así, el procesamiento hecho incluyó la ejemplificación de las principales respuestas obtenidas por los estudiantes de cada año encuestado, agrupados en clases según su naturaleza. Se aportó además una conclusión por cada pregunta.

Pregunta 1: La Matemática es...

El análisis de esta pregunta en la muestra de estudiantes encuestados permitió observar que las respuestas mantuvieron un patrón que puede separarse en tres clases bien identificadas, las que no manifiestan diferencias significativas de un año académico a otro.

Clase 1: De corte general, caracterizando la complejidad, utilidad e interés que despierta esta ciencia.

E1: «Un dolor de cabeza», «Muy difícil», «Complicada», «Una ciencia que siempre hay que estudiar mucho para poder entender», «Estresante», «Interesante», «Bonita para el que le guste», «La mayor y la mejor».

E2: «Una herramienta», «Útil», «Estimulante para el cerebro», «Necesaria para la vida».

E3: «Herramienta», «Una ciencia», «Estresante».

E4: «Pertinente», «Importante para la vida», «Difícil».

Clase 2: Dirigidas a destacar su importancia para la ingeniería.

E1: «Importante para el desarrollo de la ciencia y la técnica», «La base de las ciencias exactas», «La base de un ingeniero civil».

E2: «Ciencia exacta», «Importante para el ingeniero civil».

E3: «Ciencia fundamental para los ingenieros», «Útil para nuestra profesión».

E4: «Importante para la carrera».

Clase 3: Centradas en acentuar la falta de aplicabilidad de esta ciencia y la limitada aplicación que se hace de la misma en la carrera de Ingeniería Civil.

E1: «Primordial, pero no se aplica en la carrera», «Una ciencia que no se debería impartir en nuestra carrera».

E2: «Buena, pero no veo su aplicación en la carrera», «La que recibimos en el preuniversitario es básica para la ingeniería, pero la que nos dieron en la carrera no lo es».

E3: «Importante, pero no veo su utilidad para la carrera», «Su contenido casi no se aplica en la carrera», «Trabajosa y no le veo su utilidad».

E4: «No visualizo su aplicación en la carrera», «Se aplica muy poco en la carrera».

Conclusión: El análisis de las opiniones de los estudiantes en las tres clases permite observar que por un lado consideran la Matemática como una ciencia compleja, difícil, que requiere de estudio y genera tensiones y por otro la consideran como una herramienta útil, importante para la vida, necesaria y estimulante para el cerebro. Las respuestas agrupadas en la segunda clase refieren que la misma es importante para el desarrollo de la ciencia y la

técnica, así como básica para la Ingeniería Civil. En la tercera clase se ponen de manifiesto opiniones que aseguran que no ven la aplicabilidad de esta ciencia en su carrera, lo cual puede estar motivado por la falta de contextualización con que se imparten los contenidos de las asignaturas matemáticas o por el limitado tratamiento que se da al sustento matemático de los métodos ingenieriles que sirven para dar solución a determinados problemas profesionales que se les enseñan en otras asignaturas, negando el trabajo interdisciplinar tan necesario en esta carrera.

Pregunta 2: La Matemática sirve para...

En el caso de esta segunda pregunta las respuestas obtenidas dieron lugar a dos clases, la primera de las cuales destaca la aplicabilidad de la Matemática a la vida en general y la segunda da cuenta de su utilidad para ciertas profesiones. No se observan diferencias significativas en las respuestas de los diferentes años académicos.

Clase 1: Destacan la aplicabilidad de la Matemática a la vida en general.

E1: «Para todo», «Para la vida en general», «Hacer cálculos y conteo necesario», «Aplicarla en la sociedad», «Desarrollar el pensamiento lógico», «El aprendizaje», «Descubrir muchas cosas que el hombre desconoce y a simple vista no puede ver», «Nuestro actuar en la vida», «Resolver todo aquello que sea o tenga que ver con números», «Diversas actividades».

E2: «Bajar el promedio», «Para la vida cotidiana», «Desarrollar mi mente», «Aplicarla en muchas esferas de la vida», «Además de calcular, sirve para desarrollar el pensamiento lógico».

E3: «Repetir», «Para ser inteligentes», «Organizar el pensamiento», «Bajar el promedio».

E4: «Es la base de la vida», «Desarrolla mi mente», «El aprendizaje».

Clase 2: Relacionan la utilidad de la Matemática con las profesiones

E1: «Los matemáticos», «Muchas profesiones», «Darle solución a problemas de cálculo», «Determinar la calidad de una obra», «En muchas especialidades es el eslabón principal».

E2: «Tener base para la labor que desempeñamos», «Resolver problemas de diferente índole», «Nuestro accionar como futuros ingenieros».

E3: «Llegar a una solución lógica», «Expandir mis conocimientos y dar respuestas lógicas», «Conocer problemas cualitativos y cuantitativos».

E4: «Desarrollar el pensamiento profesional».

Conclusiones: Las respuestas de la primera clase demuestran que reconocen la aplicabilidad de la Matemática en diversas esferas de la vida y el aprendizaje. También hacen alusión a la responsabilidad que tiene esta

disciplina en los malos resultados docentes que alcanzan, reiterando que sirve para «Repetir» y «Bajar el promedio». Esto debe estar asociado a su experiencia personal, al desaprobar u obtener bajas calificaciones en dichas asignaturas, ya sea por falta de estudio o el empleo de métodos inapropiados para enseñar los contenidos. Las respuestas de la segunda clase ponderan la relación de esta ciencia con su profesión y con otras profesiones.

Pregunta 3: La Matemática en la Ingeniería Civil...

Esta tercera pregunta abierta es más específica, busca comprobar si reconocen la utilidad de la Matemática para su carrera. Las respuestas que emitieron los estudiantes encuestados permitieron formar dos clases, la primera de las cuales destaca, de manera general, la importancia y utilidad que le ven a la Matemática para la Ingeniería Civil y la segunda ya enfatiza más en la utilidad de la Matemática para la solución de problemas de la Ingeniería Civil. No se observan diferencias significativas en las respuestas de los diferentes años académicos.

Clase 1: Destacan, de manera general, la importancia y utilidad que le ven a la Matemática para la Ingeniería Civil.

E1: «Es fundamental», «Es importante en los cálculos que se hacen las otras asignaturas», «Es imprescindible», «Es importante pero la asignatura tiene muchas cosas que no necesitamos», «Puede ser la base, pero yo no lo veo».

E2: «La base de todo», «Es favorable», «No veo mucho su utilidad».

E3: «Es importante», «Es imprescindible, puesto que necesitamos el día de mañana hacer cálculos matemáticos».

E4: «Es importante», «Una poderosa herramienta», «Es una pérdida de tiempo», «Es de vital importancia», «Necesaria», «Debe buscársele un nuevo enfoque».

Clase 2: Enfatizan la utilidad de la Matemática para la solución de problemas de la Ingeniería Civil.

E1: «Para dar solución a algunos problemas de la construcción», «Calcular y comprobar normas de la construcción», «Calcular volumen, carga etc.».

E2: «Es útil para calcular en los proyectos», «Se calcula pero no se aplican los contenidos que dimos en la universidad», «Útil para nuestro desempeño laboral», «Nos sirve para calcular y sacar cuentas».

E3: «Es la base, el corazón, no solo de la Ingeniería Civil, sino de todas las ciencias», «Solo se aplica la Matemática I que recibimos».

E4: «Es la base para realizar los proyectos», «No se aplica todo lo que nos dan en la carrera».

Conclusiones: Una parte de los resultados de la clase 1 refieren la importancia y utilidad que le ven a la Matemática para la Ingeniería Civil, mientras la otra plantea que no ve la utilidad de la misma, llegando a sugerir que debe buscarse un nuevo enfoque; lo que ya había sido analizado en las conclusiones de la pregunta 1. En la clase 2 se congregaron los resultados que asocian la Matemática a la solución de determinados problemas de la Ingeniería Civil, apareciendo varias opiniones que aseguran que no todos los contenidos matemáticos que recibieron son aplicados en la carrera. Esto último lleva a pensar que el plan de estudio vigente puede ser muy abarcador en cuanto a contenidos matemáticos o que los mismos no han sido bien enfocados y contextualizados durante la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje, también puede estar fallando el trabajo interdisciplinar.

Pregunta 4: Cuando me enfrento a la resolución de un problema matemático siempre pienso en...

El análisis de las respuestas a la cuarta pregunta permitió visualizar tres patrones, los que dieron lugar a las tres clases que se muestran a continuación. La primera relacionada con sus experiencias y con el aprendizaje, la segunda relativa a sus metas y a las enseñanzas de sus profesores de Matemática y la tercera referida a diversas estrategias que pueden emplear. Tampoco en este caso se observan diferencias significativas en las respuestas de los diferentes años académicos, que puedan mostrar una evolución en sus opiniones a medida que avanzan en su formación, por el contrario, en ocasiones las respuestas de los primeros años son más completas y convincentes.

Clase1: Relacionada con sus experiencias y con el aprendizaje

E1: «En lo que he dado en clase y en lo que he repasado», «En lo que estudié», «En lo que mi profesor me enseñó», «En tratar de resolverlo».

E2: «En que casi no lo entiendo», «Si lo entiendo lo hago, sino lo dejo en blanco».

E3: «Que me gusta», «que me desarrolla la mente», «que me prepara para desempeñar mi profesión».

E4: «Que no nací para resolverlos».

Clase 2: Relativas a sus metas y a las enseñanzas de sus profesores de Matemática.

E1: «En mi carrera, que debo aprobarla», «Siempre pienso en mi excelente profesor de Matemática».

E2: «Lo resuelvo a como dé lugar».

E3: «En que si está a mi alcance puedo resolverlo, sino tengo que auto-prepararme más», «En lo que he estudiado».

E4: «En que ojalá lo pudiera resolver».

Clase3: Referidas a diversas estrategias que se pueden emplear.

E1: «En cómo llegar hasta el final correctamente», «En diferentes soluciones que se pueden aplicar», «En las diferentes vías y me centro en la más compleja para profundizar mis conocimientos».

E2: «Lo leo varias veces y trato de interpretarlo», «En los ejercicios similares que he resuelto».

E3: «En las vías para resolverlo», «La lógica de lo que me piden», «En todas las explicaciones que los profesores me han dado».

E4: «En uno más simple», «En que puedo hacer para resolverlo».

Conclusiones: Las respuestas de la primera clase tienen como elemento asociativo las experiencias personales y el aprendizaje, relacionando la resolución de un problema matemático con los contenidos que han recibido en clase y que han estudiado, así como con su capacidad para comprenderlos o el gusto por resolverlos. Las de la segunda clase lo relacionan con sus metas y las enseñanzas que han recibido de los profesores de Matemática. En la tercera clase ponen de manifiesto diversas estrategias que pueden emplear para resolver un problema matemático, tales como leerlo varias veces, pensar en ejercicios similares, pensar en un problema más simple, etc. Sin embargo, las respuestas demuestran un limitado conocimiento de estrategias heurísticas y meta-cognitivas, necesarias para abordar dichos problemas.

Pregunta 5: Para tener éxito al resolver un problema matemático...

Al analizar las respuestas a esta pregunta, dadas por la muestra de estudiantes encuestados, se pudo observar que mantuvieron un patrón que puede identificarse con dos clases, la primera asociada con la necesidad de estudiar y la segunda con las estrategias que aplican al resolver un problema matemático. No se observan diferencias significativas en las respuestas de un año académico a otro.

Clase1: Relativas a la necesidad de estudiar

E1: «Se debe tener concentración y estudiar mucho», « Estudio bastante y resuelvo todos los ejercicios», «Estudio seguidamente», «Se necesita atender en clases y tener buena preparación».

E2: «Hay que estudiar».

E3: «Debo tener mucha preparación por eso es importante la calidad y educación del profesor».

E4: «Tengo que estudiar mucho», «Hay que pensar mucho», «Se debe conocer de lógica».

Clase2: Estrategias que aplican

E1: «Debo leerlo y analizarlo cuantas veces sea necesario hasta hallar una solución», «Leerlo varias veces hasta comprenderlo y resolverlo», «Leerlo detenidamente», «Analizarlo tantas veces como sea necesario, «Hay que saberse todos los pasos».

E2: «Se debe analizar bien lo que piden», «Lo leo varias veces», «lo leo y trato de interpretarlo».

E3: «Me baso en mis reflexiones», «Leerlo varias veces y saber que te piden», «Tienes que poner todo tu empeño y no darte por vencido y sobre todo disfrutar», «Lo leo varias veces e interpreto bien los datos y lo que me piden».

E4: «Lo leo detenidamente», «Hay que analizarlo paso a paso».

Conclusiones: En este caso las respuestas se centraron en la necesidad de estudiar y prepararse bien para tener éxito al resolver un problema matemático, así también se hizo énfasis en el empleo de estrategias para el análisis de los problemas, tales como leerlo y analizarlo varias veces para comprender bien lo que le piden. Sin embargo, no manifiestan la necesidad de emplear estrategias heurísticas para buscar las vías de solución, ejecutarlas y analizar la veracidad de las soluciones encontradas.

Pregunta 6: No tengo éxito en la solución de algunos problemas matemáticos...

Las respuestas a la sexta pregunta facilitaron observar cuatro patrones, los que dieron lugar a las cuatro clases que se muestran a continuación. La primera clase relacionada con la complejidad de los problemas matemáticos, la segunda relativa a la falta de preparación para resolver los problemas, la tercera asociada a la dependencia de la orientación del profesor para resolver los problemas y la cuarta referida a la falta de gusto por la Matemática y la resolución de problemas. Tampoco en este caso se observan diferencias significativas en las respuestas de los diferentes años académicos, que puedan dar cuentas de un avance en su aprendizaje matemático.

Clase 1: Complejidad de los problemas matemáticos

E1: «Por su nivel de complejidad», «Son muy complejos y tiendo a confundirme» «Requieren de mucho esfuerzo».

E2: « Porque es difícil interpretar lo que piden».

E3: «Porque se me dificulta llegar a las ecuaciones».

E4: «No logro identificar las operaciones que tengo que realizar».

Clase 2: Falta de preparación para resolver los problemas

E1: «Es debido a que no hubo buena preparación», «Porque no los analizo mucho».

E2: «Cuando no estudio lo suficiente», «Cuando no tengo el contenido vencido».

E3: «Cuando me desconcentro o no me he preparado».

E4: «Por falta de estudio».

Clase 3: Dependencia del profesor

E1: «No entendía a mi profesor anterior y no estudiaba lo suficiente», «Sólo tengo éxito con ayuda de mi profesor», «Hablo con mi profesor», «No los entiendo sin la ayuda del profesor».

E2: «Tengo que pedirle ayuda a mi profesor».

E3: «Recurro rápidamente al profesor», «Trato de resolverlo por cualquier vía y si no puedo pido ayuda al profesor».

E4: «Siempre pido ayuda a mi profesor».

Clase 4: Falta de gusto por la Matemática y la resolución de problemas

E1: «Porque no me gusta».

E2: «No me gustan los problemas».

E3: «No me gustan los problemas ni la Matemática».

E4: «No soy bueno en Matemática».

Conclusiones: Los estudiantes encuestados atribuyen la falta de éxito que tienen en la solución de algunos problemas matemáticos a la complejidad de estos problemas, a la falta de estudio y preparación para resolverlos, la falta de comprensión de lo explicado por el profesor, al cual generalmente acuden al no comprender el problema. También aducen causas relacionadas con el poco gusto por la Matemática y por los problemas matemáticos. Aquí se ponen de manifiesto varias creencias como la relativa a subvalorar sus capacidades para interpretar y trabajar los problemas matemáticos, el rechazo a la Matemática y la excesiva dependencia de la orientación del profesor.

Pregunta 7: Me gusta resolver problemas matemáticos que...

Esta séptima pregunta abierta busca profundizar en el gusto por la resolución de problemas matemáticos. Las respuestas que emitieron los estudiantes encuestados permitieron formar tres clases, la primera referida a problemas contextualizados asociados a la vida cotidiana, la segunda cercana a sus gustos particulares y la tercera relacionados con su profesión. No se observan diferencias significativas en las respuestas de los diferentes años académicos.

Clase 1: Problemas contextualizados a la vida cotidiana

E1: «Sean de la vida cotidiana con datos reales», «Que me sirvan para lo cotidiano».

E2: «Sean aplicados», «Me sirvan para todo en la vida».

E3: «Me sean de utilidad práctica».

E4: «Sean prácticos», «Sean relativos a mi actividad diaria».

Clase 2: Cercanos a sus gustos particulares

E1: «Que sean fáciles», «No me den dolor de cabeza», «Sean entendibles», «Tengan solución fácil», «Tengan varias soluciones».

E2: «Que sean fáciles», «Se parezcan a otros hechos en clase».

E3: «Me sean difíciles», «Me hagan pensar».

E4: «Que sean de lógica», «Que me aporten algo», «Sean fáciles», «Sencillos».

Clase 3: Relacionados con su profesión

E1: «Tengan que ver con mi carrera», «Que tengan que ver con sistemas de ecuaciones», «Que tengan actualidad y me sirvan para algo en la vida o en la carrera».

E2: «Me sirvan para mi desempeño laboral».

E3: «Me hagan desarrollar mis conocimientos y que sean aplicados a mi carrera», «Que tengan que ver con mi carrera», «Que me ayuden a llevarlo a la vida práctica o a mi carrera».

E4: «Que tengan que ver con la Ingeniería Civil».

Conclusiones: Las respuestas emitidas por una considerable parte de los encuestados precisan el gusto por resolver problemas matemáticos contextualizados, o sea, derivados de situaciones que se presentan en la vida práctica. También aparecen algunas respuestas que asocian el gusto por resolver problemas matemáticos cercanos a su profesión, las que de igual forma reflejan la necesidad de contextualización. Por último están las respuestas que difieren en su gusto por resolver problemas que les resulten fáciles o que sean difíciles. Resulta interesante observar como los estudiantes abogan reiteradamente por la contextualización de los contenidos y de los problemas matemáticos que se les proponen en la carrera.

Pregunta 8: Si no resuelvo un problema matemático en poco tiempo...

Al analizar las respuestas dadas por la muestra de estudiantes encuestados a esta pregunta, se puede visualizar un patrón que puede identificarse con dos

clases, la primera asociada a los cambios en el estado de ánimo y la segunda a la aplicación de estrategias para paliar esa dificultad. No se observan diferencias significativas en las respuestas de un año académico a otro.

Clase 1: Cambios en el estado de ánimo

E1: «No sé nada», «Me siento mal», «Desapruebo», «Me da dolor de cabeza», «Me altero», «Me desespero», «Lo dejo para después».

E2: «Es que está difícil», «Es que no lo sé», «Me lleno de pesar».

E3: «Me desespero un poco pero agoto todos los recursos que conozco», «Me incomodo»

E4: «No pasa nada», «Me estreso», «Me frustro», «Me esfuerzo».

Clase 2: Aplicación de estrategias

E1: «Trato de acercarme a mis profesores para que me ayuden», «Trato al menos de plantear una ecuación».

E2: «Aumento las horas de estudio hasta que lo logro», «Lo sigo intentando».

E3: «Lo hago más tarde pero lo resuelvo», «Comprendo que no estoy estudiando lo suficiente y comienzo a hacerlo».

E4: «Le dedico más tiempo», «Lo sigo intentando», «Lo dejo y lo tomo más tarde».

Conclusiones: En este caso las respuestas mostraron por un lado estados de ánimo negativos ante la falta de éxito en la resolución de un problema matemático en poco tiempo, quedándose sin recursos ante el problema. Por el otro lado se visualiza la aplicación de algunas estrategias operativas que pudieran sacarlos de la crisis. Aquí lo preocupante es que la mayoría de las respuestas se concentran en la primera clase. También es alarmante que no refieran el uso de ninguna estrategia heurística ni metacognitiva que les permita orientarse en la búsqueda de una vía de solución del problema.

CONCLUSIONES

La revisión del Plan de Estudio D de la carrera de Ingeniería Civil permitió corroborar que en las asignaturas de Matemática del mismo se explicita la necesidad de aplicar los contenidos matemáticos a la solución de problemas profesionales de la carrera, aunque no se orienta la forma de hacerlo. Además, en la generalidad de las asignaturas del ejercicio de la profesión no se prevé explicar a los estudiantes la base matemática de las normas y métodos ingenieriles, para que perciba la importancia y aplicabilidad de esta ciencia en su desempeño profesional; motivo por el cual los estudiantes no son capaces de reconocer dicha importancia y aplicabilidad.

El análisis de los resultados docentes obtenidos por los estudiantes de Ingeniería Civil, en las asignaturas de la disciplina Matemática Aplicada, demostró que en todas esas asignaturas se presentan promociones bajas, y que la calidad de esas promociones es deficiente, en tanto la mayoría aprueba con calificaciones de 3 puntos. Esto da sustento empírico a la necesidad de perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje de estas asignaturas; para mejorar el aprovechamiento docente, a la vez que aumentar la visibilidad y credibilidad de la importancia y aplicabilidad de esta ciencia para el quehacer profesional de los ingenieros civiles.

La encuesta sobre la importancia que conceden a la Matemática los estudiantes de los años primero a cuarto de la carrera de Ingeniería Civil, permitió comprobar que estos reconocen la importancia y aplicabilidad de la esta ciencia a diversas esferas de la vida, e incluso a la solución de problemas de su profesión y de otras, pero se quejan de lo extensas que son las asignaturas en cuanto a contenidos que luego no aplican y a la falta de contextualización con que se imparten dichos contenidos, responsabilizando a las asignaturas matemáticas de los malos resultados docentes que alcanzan.

La citada encuesta sirvió también para observar que los estudiantes manifiestan varias creencias como la relativa a subvalorar sus capacidades para interpretar y trabajar los problemas matemáticos, el rechazo a la Matemática y la excesiva dependencia de la orientación del profesor, mostrando además un limitado conocimiento de estrategias heurísticas y meta-cognitivas, necesarias para orientarse en la resolución de los problemas que se les proponen.

BIBLIOGRAFÍA

Abreu, Luis A., Torres, Pastor G. y Carrillo, José F. (2016). Consideraciones didácticas para la enseñanza de las matemáticas en las carreras de ingeniería. Disponible en las memorias del 10mo Congreso Internacional Universidad 2016. La Habana. Cuba.

Álvarez de Zayas, Rita M. (1997). *Hacia un Currículum Integral y Contextualizado*. Editorial universitaria. Honduras.

Contreras, Marcel. (2013). Ingeniería-Civil-Matemática. Disponible en: <http://www.uchile.cl/carreras/4974/ingenieria-civil-matematica> [Consultado el 10 de julio de 2016].

De la Rosa, Pilar. (2013). Matemática aplicada a la Ingeniería Civil. Disponible en: <https://prezi.com/g1rav4j2geam/matematica-aplicada-a-la-ingenieria-civil/> [Consultado el 12 de julio de 2016].

Pérez, Luis E. (2013). *La matemática aplicada a la ingeniería. Una aventura del pensamiento*. Universidad de Buenos Aires, Argentina. Disponible en: <http://www.fi.uba.ar/archivos/Matematica%20Aplicada%20al%2015%20AGOSTO%2013%20FINAL.pdf> [Consultado el 15 de agosto de 2016].

MES. (2007). Plan de Estudio D de la carrera de Ingeniería Civil. Documento oficial emitido por el Ministerio de Educación Superior de Cuba. La Habana. Cuba.

Vázquez, Juan Luis. (2013). Matemática, ciencia y tecnología: Una relación profunda y duradera. Disponible en: <http://www.publicaciones.uva.es/UVAPublicaciones-11041-Ciencia-y-tecnica-Ciencias-INTELIGENCIA-ARTIFICIAL-Y-MATEMATICA-APLICADA.aspx> [Consultado el 8 de agosto de 2016].