

Una concepción y modo de gestión didáctica de la matemática en la carrera de ingeniería civil

Didactic design and teaching of mathematics to civil engineers' trainees

Dr. C. Jesús de Farit Rubio Méndez,¹ M. Sc. Pablo Estrada Aguilera, ² M. Sc. Ibis Ramos Granado³

I. Universidad de Camagüey "Ignacio Agramonte Loynaz" Camagüey, Cuba. jesus.farit@reduc.edu.cu

II. Universidad de Camagüey "Ignacio Agramonte Loynaz" Camagüey, Cuba.

pablo.estrada@reduc.edu.cu

III. Universidad de Camagüey "Ignacio Agramonte Loynaz" Camagüey, Cuba. ibis.ramos@reduc.edu.cu

RESUMEN

El artículo se aborda el perfeccionamiento de la gestión didáctica de la Matemática Aplicada en la carrera Ingeniería Civil, en la interacción de la enseñanza con la obtención de conocimientos matemáticos de los estudiantes. En este estudio, mediante la aplicación de procedimientos y técnicas de la investigación-acción, se describen de acciones didácticas de la Matemática I a partir de situaciones de la práctica de la Ingeniería Civil, se orienta la enseñanza de la asignatura en un sentido profesional que contribuye al desarrollo de la reflexión del aprendizaje de los estudiantes en el cumplimiento de los objetivos de su formación integral. La postura que asumen los autores destaca la gestión didáctica de la Matemática I basada en los valores humanos y profesionales como parte fundamental del contenido y no solo el conocimiento matemático, lo que se manifiesta en el enfoque asumido, al transitar de lo social a lo individual hasta alcanzar un nivel de preparación matemática del profesional en formación que satisface la demanda la sociedad.

Palabras clave: gestión, enfoque profesional, enseñanza de la Matemática, matemática aplicada.

ABSTRACT

This paper deals with the improvement of the didactic management of Applied Mathematics in Civil Engineering major, in the interaction of teaching and learning mathematics. The study, by means of applying methods and procedures of research-in-action, attempts to provide an active and professional approach to mathematics in a practical context of civil engineering that contributes to develop a reflexive learning and leads the students to fulfill the objective of integral education. The authors highlight the didactic management of the subject Mathematics I, based on human and professional values as a component of learning content and not only merely learning mathematics. This is expressed in the approach followed, characterized by moving from social to individual issues to achieve a level of command of mathematics satisfying the demands of society.

INTRODUCCIÓN

Perfeccionar la gestión docente en las Instituciones de la Educación Superior (IES) es una tarea estratégica (UNESCO, 2015) que se desenvuelve en el ámbito de una filosofía de la calidad basada en el seguimiento y control de la mejora continua de sus procesos y resultados con fines de acreditación, la que en Cuba se sustenta en los Sistemas de Evaluación y Acreditación (SEA) que forma parte del Sistema Universitario de Programas de Acreditación (SUPRA) único autorizado para acreditar procesos, programas e instituciones de la Educación Superior en Cuba.

El estudio que se describe es parte del "Perfeccionamiento de la gestión didáctica de las Ciencias Básicas en las carreras de Ingenierías", estudio científico que realizan sus autores encaminados al mejoramiento de la calidad de la docencia de la Universidad de Camagüey "Ignacio Agramonte Loynaz" (UC) relacionado con un proyecto de investigación que refiere la necesidad de atemperar la Didáctica de las Ciencias Básicas a un modelo educativo no tradicional, más acorde a la época que vivimos.

Varios son los autores de talla universal que abordan la problemática anterior desde la diversidad de sus enfoques o posturas; entre otras reflexiones revisadas, nos parecen interesantes las siguientes: Adoptar un modelo educativo no tradicional, implica cambiar procesos tanto pedagógicos, estructurales y de gestión y producir transformaciones en el rol del docente, de forma tal que abandone la difusión oral de información e instrucciones -muchas de ellas rutinarias- a uno de carácter profesional, que implica introducir una poderosa fuente de dinamismo en el seno de los procesos educativos. Así se destaca el significativo papel de la educación como factor clave del desarrollo económico, político, social y cultural, y dentro del mismo, el rol y el profesionalismo del docente poseen crucial importancia (Almuiñas y Galarza, 2013, pág. 31).

De igual forma, el análisis de los resultados de las investigaciones recientes de los autores del presente artículo revelan que el mejoramiento de la calidad de la enseñanza y el aprendizaje universitarios y el impacto social de los resultados de la formación integral del profesional requieren de una concepción y modo de gestionar la didáctica de una manera diferente a la tradicional, sin dejar de considerar la influencia de los diversos factores del contexto educativo.

Con respecto a las IES cubanas, se constatan "Insuficiencias en la concepción del proceso de gestión universitaria en su conjunto, en particular de la gestión de los asuntos académicos que generalmente resulta un sistema intuitivo (...)" (González, 2014, pág. 10). En particular, la revisión de fuentes de información oficial de la Universidad de Camagüey "Ignacio Agramonte Loynaz" permite apreciar bajas eficiencias de carreras y años (Junta de Acreditación Nacional, 2014 y Dirección de Gestión Universitaria, 2015, pág. 21 junto con factores del desempeño didáctico-metodológico, como elementos causales. En particular, en el proceso docente-educativo de la Matemática I del 1er año de la carrera Ingeniería Civil se detectan esas insuficiencias relacionadas con desempeños cognoscitivos de los estudiantes que no alcanzan los niveles deseados, así como el no aprovechamiento en la enseñanza de potencialidades de los contenidos de la Matemática I en su vínculo con la práctica del profesional del Ingeniero Civil (Ramos, 2015).

Precisamente, una causa de la situación problemática anterior es la insuficiente gestión didáctica de la Matemática I en su relación con la práctica profesional del Ingeniero Civil, un problema científico que se enmarca en la necesidad de replantear su concepción y modo de accionar, orientada a la elevación de la calidad de la formación integral del profesional de esa carrera. Desde ese punto de vista, los autores de

este estudio se proponen describir la experiencia que alcanzaron en el colectivo de la disciplina de Matemática de la carrera Ingeniería Civil, en aspectos vinculados con la estructuración como un indicador de calidad del SEA-CU que les permitió evaluar su gestión y la obtención de los conocimientos matemáticos por parte de los estudiantes, utilizando situaciones de la práctica del Ingeniero Civil; se asume una postura didáctica, donde los valores humanos y profesionales fueron parte fundamental del contenido de la asignatura y no solo el conocimiento matemático, hasta lograr la preparación matemática deseada de los estudiantes de la mencionada carrera, en correspondencia con el Modelo del Profesional y como demanda la sociedad. Este artículo tiene como objetivo describir la concepción didáctica y la gestión de la Matemática I en la mencionada carrera.

MÉTODOS

En el marco de la investigación-acción, los autores se propusieron conjugar procedimientos y técnicas para integrar las acciones del colectivo pedagógico y estudiantil, relacionadas con la Matemática I del primer año de la carrera de Ingeniería Civil, derivadas del plan metodológico y del programa de la asignatura, con el propósito metodológico de favorecer relaciones didáctico-curriculares en los contenidos matemáticos y situaciones detectadas en la práctica del Ingeniero Civil, donde la estructuración didáctica se asume un indicador de calidad del SEA-CU y un resultado metodológico fundamental de la gestión didáctica, previo a la práctica en el proceso docente-educativo.

En la fase exploratoria, las entrevistas a estudiantes y docentes aplicadas se encaminaron a la determinación del estado real del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática I en la mencionada carrera y posteriormente, en una fase final, del nivel de efectividad de las acciones implementadas en función de la formación integral de los estudiantes.

Asimismo, con la finalidad de completar los registros de diagnóstico de la investigación y enriquecer las valoraciones científicas y metodológicas de los autores sobre la problemática detectada y su solución, se aplicaron la revisión documental a tesis de doctorados y maestrías, informes semestrales, preparaciones de asignatura, planes de actividades metodológicas de la asignatura, además de bibliografía y otros textos de carácter científico o metodológico; el análisis-síntesis, tanto en la fase inicial como en las otras más avanzadas de la investigación, permitió constatar fundamentos metodológicos y didácticos propios de un marco de referencia pertinente a la estructuración didáctica, así como al seguimiento del diagnóstico individual y grupal, elemento este de medición y control de los resultados de aprendizaje alcanzados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el balance de los resultados del desempeño cognoscitivo de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil en la Matemática I, cursos escolares 2013-2014 y 2014-2015, se detectan carencias de aprendizaje que los limitan para enfrentar el trabajo independiente, según las exigencias que se les plantean en el modelo del profesional, que se traduce en un estado real no deseado de los conocimientos matemáticos y los modos de actuación. En este sentido, el análisis de los informes docentes y la preparación de asignatura, permitieron determinar debilidades que caracterizan la gestión didáctica de la Matemática I, entre las cuales se presentan las siguientes:

- Las valoraciones que se realizan de los bajos resultados de desempeños cognoscitivos de los estudiantes de Ingeniería Civil en la Matemática I, caracterizan una visión didáctica parcializada de la problemática pues se basan en las carencias estudiantiles como causas que las generan.
- La relación que se establece entre los objetivos planificados de las actividades docentes de la Matemática I con los del 1er año presencial es insuficiente.
- La estructuración de los contenidos de la Matemática I en las actividades docentes planificadas destaca relaciones intra-matemáticas, desaprovechando potencialidades extra-matemáticas que la vinculan con la Ingeniería Civil, limitando la obtención de conocimientos.
- La distribución docente de la Matemática I (Plan calendario de la asignatura) prevé actividades didácticas que utilizan software, cuya totalidad no se realiza en la docencia.

Asimismo, en las entrevistas aplicadas a docentes, se determinaron los resultados que se presentan:

- Es alto el dominio demostrado por los docentes de los contenidos de las asignaturas que imparten, así como la preparación pedagógica que poseen para encauzarse al desarrollo de habilidades específicas de la Matemática I.
- La insuficiente utilización de métodos didácticos de la Matemática I que propicien la reflexión sobre los aprendizajes; en este sentido, se reconoce que algunas veces se orientan los estudiantes en cómo utilizar determinados métodos o estrategias de aprendizaje en la asignatura, aunque es una acción didáctica que no se sistematiza.
- Se descontextualiza el abordaje de los contenidos de la Matemática I en la mayoría de las ocasiones y se desaprovechan situaciones profesionales de la Ingeniería Civil al introducir y tratar la asignatura vinculada con la profesión, así se pierden potencialidades del contenido a la vez que prevalece la reproducción de procedimientos teóricos a la construcción de conocimientos matemáticos y su significación profesional.
- No se organiza el trabajo en equipos durante la solución de tareas de la Matemática I en las clases, esta forma se concibe circunstancialmente y fuera del aula.
- Es insuficiente la utilización de las tecnologías de la información y las comunicaciones para mediar el aprendizaje de la Matemática I y aproximar al profesional en formación a las condiciones de obtención y socialización de la información de la época actual que se relacionan con la asignatura básica y la profesión.
- Es escaso el aprovechamiento de las potencialidades que ofrecen los contenidos de la Matemática I para la formación integral de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil, pues no siempre se conciben actividades didácticas donde deba gestionar conocimientos matemáticos para resolver problemas prácticos de la Ingeniería Civil, tomar decisiones, reflexionar, formular conjeturas, trabajar con el error y las incertidumbres, entre otros.

Por otro lado, la aplicación de la entrevista inicial o de entrada a los estudiantes del 1er año presencial de Ingeniería Civil para determinar la motivación de estos con respecto a la carrera y el estudio de la Matemática, se destacan los siguientes resultados:

- La totalidad expresa que le gusta la carrera y cerca de la mitad no aprecian que la Matemática, la Física y la Química le aportan conocimientos fundamentales a la profesión, aunque consideran que les ayudan a reflexionar; en tanto, el Español, la Historia y otras ciencias no exactas les gustan menos que las anteriores.
- Todos consideran que sus profesores del año están bien preparados, pero aprecian difíciles y algo aburridas las clases de Matemática; más de la mitad califica su aprovechamiento como regular.

Asimismo, en la prueba inicial de desempeño cognoscitivo de los mencionados estudiantes donde los niveles de desarrollo planteados se relacionaron con la modelación de una situación profesional dada, a partir de la utilización de conocimientos matemáticos del preuniversitario tales como identificar el dominio e imagen de las funciones elementales dadas y representar gráficamente funciones elementales dadas, se pudieron constatar las siguientes debilidades:

- El 41,6 % de la muestra (36 de 84) no alcanza el nivel mínimo de desempeño, en tanto el 15,4 % alcanzan evaluación entre 4 y 5 puntos (por la escala de evaluación tradicional).
- Determinar la imagen de la parábola desplazada en uno de los ejes (como función polinómica de segundo grado) y representarla gráficamente, fueron los aspectos matemáticos con mayor nivel de dificultad.

En síntesis, el análisis de los resultados anteriores manifiesta la necesidad de replantear la concepción y el modo de gestionar la didáctica de la Matemática I, en la citada carrera, pues las manifestaciones expuestas, revelan que persiste la realización de una gestión didáctica de la asignatura sobre bases empíricas y tradicionales.

En el análisis de los textos científicos de diversos investigadores, entre los cuales se destacan Ballester (1995), Marrero y Sarduy (2006), Camarena (2009, 2011), Mola (2013) y Montes De Oca, Rubio y Núñez (2016), se constata que a pesar de los esfuerzos innovadores manifiestos en el desarrollo de la Didáctica de las Ciencias Básicas a nivel mundial, no se ha producido una renovación efectiva de la enseñanza-aprendizaje de las mismas, ni teórica ni práctica, principalmente por las dificultades del modelo de enseñanza-aprendizaje de transmisión-recepción, aún vigente en la Educación Superior.

Es importante destacar que Montes De Oca, Rubio y Núñez (2016) logran un marco de referencia para esas carreras que es pertinente con los resultados de la fase exploratoria de su investigación, y constituye una aproximación teórica más completa que otras revisadas sobre el particular.

En general, los estudios científicos realizados permitieron apreciar la carencia existente de un marco de referencia terminado como fundamento de una gestión didáctica del proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Básicas aplicadas en las carreras de ingenierías, aunque en los citados referentes se aprecia que es posible trascender del método tradicional de diferentes maneras, a partir de vías de determinación consciente y científica, si bien reconocen que durante la implementación práctica-docente de las mismas existen desviaciones de lo planificado al encontrarse la actividad didáctica bajo la influencia de los múltiples factores contextuales, aspecto que tampoco debe subestimarse.

No es ocioso precisar que el establecimiento de un ordenamiento de los contenidos de la Matemática de destacada influencia en la práctica didáctica de la disciplina en la educación superior ha sido tratado por Ballester (1995) y Marrero y Sarduy (2006) quienes promueven en sus textos la sistematización y la integración de los conocimientos como formas específicas de organización.

En esos referentes se asume que: "La sistematización en la enseñanza de la Matemática, como forma de fijación, tiene como objetivo estructurar los conocimientos en sistema mediante la comparación de características que destacan lo esencial del saber y el poder adquiridos por los alumnos y su realización está estrechamente vinculada al análisis de propiedades comunes y diferentes y al establecimiento de nexos entre los conocimientos, que eventualmente pudieran parecer aislados" (Ballester, 1995, p.3

Tal manera de organizar los conocimientos, se ha aplicado en la Didáctica de la Matemática a lo largo de los años, enriquecida mediante investigaciones científicas basadas en el establecimiento de sistemas de

influencias didácticas con acciones y objetivos precisos y conscientes, enfatizando en la mejora de los métodos de enseñanza orientados a una gestión del profesor que gradualmente se fue aproximando al aspecto interno del aprendizaje, mediante relaciones entre sus componentes esenciales y entre ellos con el todo.

No obstante, los resultados del aprendizaje de la Matemática en la Educación Superior muestran niveles no deseados de los desempeños cognoscitivos de los estudiantes que evidencian fisuras de los modelos didácticos implementados; debilidades de los mismos que, como plantean Montes De Oca, Rubio y Núñez (2016, pág. 8) al parafrasear a Borges (2006), se manifiestan en una gestión didáctica que enfatiza en acciones de carácter instructivo, en lugar de integrar la instrucción con la educación y utilizar la práctica de la profesión como punto de partida y de llegada de la misma.

Por tal razón, al valorar la gestión didáctica de la Matemática, los autores del presente artículo coinciden en que: "(...) para un aprendizaje de calidad, debe ser considerada como el proceso de dirección de la enseñanza y el aprendizaje de esas disciplinas, prestando atención al eslabón de base (el grupo, el año, la carrera, la asignatura, la disciplina) en atención al sujeto que aprende, potenciando lo formativo sobre lo informativo a través de métodos y estrategias que propicien la comunicación, el trabajo en grupo y la colaboración (...) no se deben desestimar los vínculos entre las ciencias básicas y entre estas con las disciplinas de la profesión para lograr la apropiación de los conceptos científicos básicos (...) se considera fundamental en dicha gestión el manejo situacional, asociado a la conducción y comprensión de situaciones que implican un determinado modo de actuación" (Montes De Oca, Rubio y Núñez, 2016, pág. 9).

Para darle sentido a lo anterior, se entiende a la organización como condición necesaria para el funcionamiento de cualquier sistema, criterio para valorar el grado de posibilidades de un sistema para alcanzar objetivos, acción y efecto de organizar y forma genérica de denominar a los sistemas sociales y económicos (Rubio, 2011). Al tiempo, se le integra la idea de Tristá (1992) cuando la define como la creación de la red de relaciones que asegura la integridad y funcionamiento eficaz de un sistema como relaciones entre operaciones de los procesos que se llevan a cabo en el sistema y dan lugar a la organización.

Se trata de enfocar la enseñanza de la Matemática al logro de la gestión del aprendizaje desde una planificación, seguimiento y mejora de la enseñanza y el aprendizaje que esté sustentada en una forma de organización de sus contenidos que propenda a la formación y autoformación continuas del docente y del estudiante, apreciados seres bio-psico-sociales; lo cual significa que participen como sujetos en un proceso complejo y prolongado de desarrollo individual y social, donde lo contextual y la práctica del Ingeniero Civil, según la época en que viven son determinantes (Rubio & Rodríguez, 2014).

Lo anteriormente expresado también considera el papel de la comprensión como proceso de asimilación "(...) dado por la significación y el sentido de qué se habla y qué se debate, de cómo se enfoca y qué valor asumen los sistemas de datos, acontecimientos del contenido, en el marco de la comunicación con el grupo" (Hernández, 2001).

La concepción integral de la organización de la gestión didáctica planteada se dispone a que el aprendizaje de la Matemática en la carrera de Ingeniería Civil pueda adoptar una forma capaz de dotar a los estudiantes de conocimientos que utilizará en las asignaturas del ciclo de la especialidad "(...) donde la Física y la Química se consideran cimientos y la Matemática, herramienta y lenguaje de las ingenierías, sin obviar el hecho de la esencia formativa de las ciencias básicas para el alumno" (Camarena, citada por Montes De Oca, Rubio y Núñez, 2016, pág. 6).

De los referentes anteriores se infiere que la organización de las actividades o las tareas didácticas de la Matemática, condicionan la forma de disponer los elementos estructurales de las mismas, lo cual significa, desde la postura que asumen los autores del presente artículo, realizar una combinación de sus distintos componentes en el marco del conjunto particular de interrelaciones dialécticas existentes entre ellos, que den lugar a la aparición de cualidades nuevas de la Matemática integradas a la profesión, no necesariamente presentes en ninguna de las partes que participan.

De manera que se comparte el siguiente criterio:

"(...) el énfasis fundamental dentro de la función de organización, se le da precisamente, a la creación de la red de relaciones que asegura la integridad y funcionamiento eficaz de sus componentes, entre las que se destacan las relaciones de coordinación y subordinación" (Tristá (1992, pág.3)

Así, la gestión didáctica de la matemática al tomar en cuenta su relación con la Ingeniería Civil, proporciona la estructura y disposición interna de los contenidos de enseñanza-aprendizaje mediante una organización que las concreta en un sistema, las integra.

En ese sentido es que se plantea que "esa estructuración tiene génesis y fin en la práctica del profesional que se forma en la IES y encierra la contradicción fundamental del desarrollo de la gestión, al proponerse armonizar las relaciones didácticas de una disciplina de las Ciencias Básicas con los requerimientos curriculares presentes en el plan de estudios de las carreras de Ingenierías, lo que se sustenta en una situación profesional específica, que en la actividad de formación se convierte en una situación didáctica, adecuada al tipo o la forma docente proyectada, así como a los demás componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje de la disciplina en cuestión; un proceso que se organiza y debate en el grupo de profesionales encargado de prever la formación integral deseada de los estudiantes, de manera intencionada y coherente" (Montes De Oca, Rubio y Núñez, 2016, p.8).

Lo anteriormente expresado explica la esencia de la organización de la asignatura dada en la estructuración didáctica de la Matemática como una expresión de ordenamiento de la enseñanza-aprendizaje de sus contenidos, desde el punto de vista didáctico-curricular, del método y la forma en que el profesor realiza su gestión, al tiempo que logra que sus estudiantes gestionen conocimientos en cualquiera de los contextos de la IES, en el cumplimiento de la función pedagógica fundamental: la elevación de la calidad de la formación Matemática de los estudiantes en su vínculo con la profesión y el logro del impacto social de los resultados de enseñanza-aprendizaje, bajo las múltiples influencias económicas, políticas, sociales y científicas del contexto, en un momento socio-histórico concreto.

En la concepción de la gestión que se plantea, es fundamental el manejo situacional, lo que se relaciona con la conducción y comprensión de situaciones profesionales que transitan a situaciones didácticas que implican un determinado modo de actuación de los docentes y no solo de los estudiantes que se forman, manifiesto en la capacidad de relacionarse, en la resolución de conflictos, en la toma de decisiones en un contexto determinado, etc. (Montes De Oca, Rubio y Núñez, 2016, pág. 9).

En el manejo situacional se diseñan situaciones didácticas de la Matemática que puedan ser utilizadas en clases para lograr la gestión de conocimientos por parte de los estudiantes. Vistas así, tales situaciones didácticas conforman un marco educativo integral presente en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura encaminadas a propiciar la construcción de significados, la asignación de compromisos y responsabilidades, las diferentes formas de trabajo y la utilización de estrategias efectivas para aprender matemática en función de la profesión.

Precisamente, el aprender matemática en función de la profesión significa que el docente logre que el conocimiento matemático se objetive en los estudiantes con conocimientos de la profesión y se

constituya en lo movilizador de esos sujetos: la génesis de la gestión de los conocimientos matemáticos, lo cual presupone "(...) que se sustenta del aprendizaje de contenidos sociales del contexto de la producción o los servicios de la profesión, de los cuales nace el sistema de conocimientos, de habilidades y valores que se reproducen como patrones cognoscitivos, instrumentales y afectivos que los caracteriza profesionalmente, en una perspectiva de desarrollo donde se conjugan lo individual y lo social" ((Rubio & Rodríguez, 2014, pág. 5).

Es menester enfatizar que la estructuración didáctica lograda se origina con la determinación de la situación didáctica específica, que a su vez se sustenta de la contradicción didáctica existente entre la formación básica y la especializada de la carrera, lo que requiere concebir y gestionar la matemática en relación con las disciplinas del ejercicio de la profesión, como es el caso de aquellas que son propias de la Ingeniería Civil (Colectivo de Autores, 2007, págs 162-163).

A continuación, se disponen algunas ideas de la implementación teórica como resultado de la experiencia práctica de los autores, en el marco de la asignatura Matemática I.

Es oportuno expresar que la matemática se considera la ciencia de las propiedades y relaciones de los números y figuras geométricas que se utilizan para estudiar las relaciones cuantitativas, estructuras, relaciones geométricas y magnitudes variables, como se expresa en los diferentes textos vinculados con esa rama del saber; sin embargo, apreciamos que al ser aplicada se restringe al análisis de determinadas situaciones prácticas que requieren soluciones mediante sus métodos y técnicas, como la Matemática I para la carrera de Ingeniería Civil.

La Matemática I, parte de la disciplina Matemática Aplicada, se orienta "(...) al desarrollo del pensamiento lógico y algorítmico y aporta los fundamentos básicos de un especialista en ciencias técnicas, dado que todo ingeniero considera representaciones técnicas y científicas en términos matemáticos, con los cuales refleja los rasgos cuantitativos y cualitativos de los fenómenos que estudia" (Colectivo de Autores (2007 Pág. 163), para lo cual se ubica en el 1er año presencial.

En la parte correspondiente al Modelo del Profesional en el texto citado que refiere al Plan de Estudio, se plantea que en la práctica del Ingeniero(a) Civil se requiere del análisis de problemas profesionales y técnicos que refieren áreas específicas de la Matemática, a saber:

- El cálculo de los límites (incluye la continuidad), describe el valor numérico de una función en un cierto entorno o aproximación de un punto cercano.
- El cálculo de las derivadas, codifica el comportamiento numérico de la función a pequeña escala, cerca del punto dado, de manera que se obtiene la pendiente a la tangente en ese punto.
- El cálculo de las integrales, con el que se estudian dos operadores lineales, la integral indefinida o anti derivada u operación inversa de la derivada y la integral definida, algoritmo que transforma funciones en números que identifican el área entre una curva y uno de los ejes coordenados. (Ministerio de Educación Superior (2007, pág.184)

En el texto del documento citado, las habilidades y destrezas mencionadas se derivan de los objetivos instructivos de la asignatura Matemática I (Colectivo de Autores, 2007, pág. 184-185) y se insiste en el papel de la modelación matemática para la carrera de Ingeniería Civil.

En la investigación científica que se está abordando, para el cumplimiento de los objetivos del semestre, los autores de este artículo transitaron los seis (6) temas que se previeron en el programa analítico (Ramos, I (2015) que incluyen los siguientes contenidos: Funciones, Límite y Continuidad, Derivada de

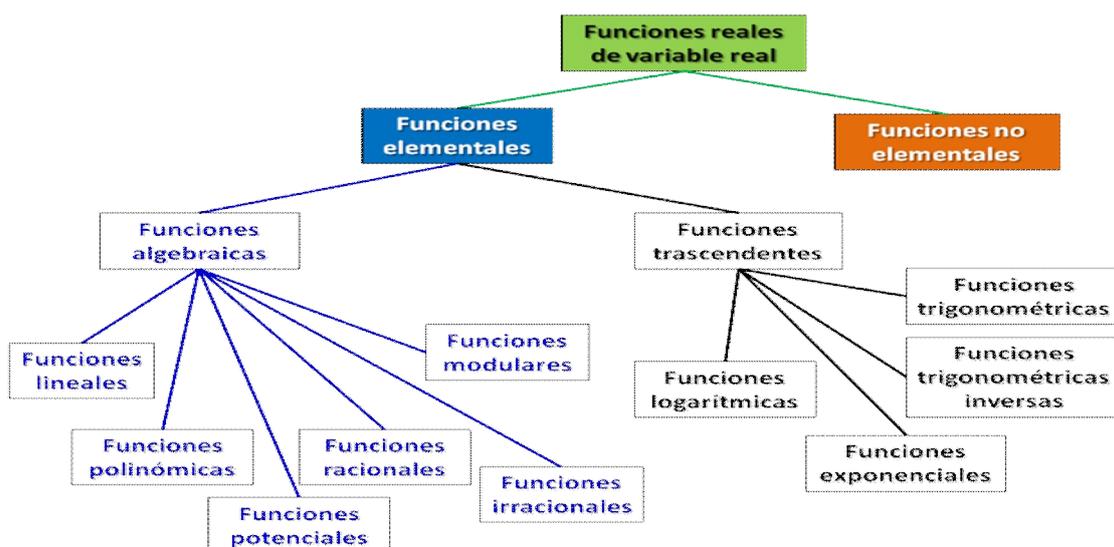
las funciones de una variable, Aplicaciones de la derivada, Cálculo integral de las funciones de una variable real y aplicaciones de la integral.

De acuerdo con el plan de estudio de la carrera (Ministerio de Educación Superior, 2007, pág. 163), la Matemática deberá favorecer que los ingenieros en formación logren ampliar la madurez matemática y la capacidad de abstracción, a la vez que deben desarrollar habilidades para el trabajo con magnitudes.

Al mismo tiempo, es fundamental concebir la relación entre los objetivos formativos del año académico con los de la Matemática I, lo que se realiza tomando en cuenta la teoría de alineamiento constructivo de Biggs y Tang (2011) para favorecer la consolidación de los conocimientos de la asignatura en función de la profesión a la cual tributa (la Ingeniería Civil).

Por otro lado, se precisan aquellos conceptos matemáticos fundamentales que deben lograr determinadas destrezas de la Ingeniería Civil en los estudiantes, entre los cuales se Modelo Matemático, función real de variable real y la clasificación de funciones reales de una variable real jugaron un papel principal o primario, que dio paso a otros: límite, derivada e integral.

Los estudios científicos realizados permitieron a los investigadores asumir que los modelos matemáticos se denominan por los Ingenieros Civiles según la clase de función que se trata en ellos, que en las actividades docentes pueden explicarse con relativa facilidad utilizando el siguiente diagrama didáctico:



El propósito didáctico del diagrama anterior para la clasificación de las funciones reales es contribuir con la identificación de las funciones reales según la característica, propiedad o cualidad que destaca la clase de funciones, a la vez que orienta al estudiante en su selección del modelo matemático conveniente, lo que debe manifestarse ante la solución de la tarea (o tareas) vinculada (s) con la situación didáctica que acomete. En la Tabla I, se ejemplifica cómo los autores de este artículo relacionan las clases de funciones reales con alguna característica fundamental de las mismas.

Tabla I: Ejemplo de la relación existente entre las clases de funciones y alguna característica fundamental que poseen.

| Clases de funciones elementales y no elementales | Característica o propiedad |
|--|---|
| Funciones elementales | Estructuras algebraicas y no algebraicas |
| Funciones algebraicas | Se construyen utilizando las operaciones +, -, *, /, (lineal, polinómica, potencial, racional, irracional, modular) |
| Funciones trascendentes | Son no algebraicas (trigonométricas, trigonométricas inversas, exponenciales y logarítmicas) |
| Otras funciones | No elementales (parte entera, Dirichlet, otras) |

De manera que el Modelo Matemático se nombra por analogía con el tipo de función que subsume (lineal-modelo lineal, polinomial- modelo polinomial, etc.) y al tratar en la práctica pedagógica los campos de la Matemática I (cálculo de límites, de derivadas o de integrales, así como la integración entre esos cálculos) hace que los conocimientos matemáticos sean fundamentales sin que determinados conocimientos técnicos o profesionales dejen de ser centro de atención de la actividad de aprendizaje tratando de integrar la instrucción con la educación y de utilizar la práctica de la profesión como punto de partida y de llegada de la misma, como se ha comentado anteriormente.

Es menester expresar que en los textos científicos referenciados se presentan varias maneras de aproximar la enseñanza de la Matemática a las profesiones que esta tributa, siendo una práctica común la inserción de los problemas matemáticos cuyos textos los vinculan a tales profesiones o a la vida misma. No obstante, esos modelos didácticos prevalece la didáctica de la matemática per sé, en lugar de utilizar una Didáctica de esa Ciencia Básica en función de la profesión para la que se preparan los estudiantes, donde la práctica del profesional sea el punto de partida y de llegada de la formación matemática, que teóricamente plantee la interdisciplinariedad desde la profesión hacia la Matemática, a la vez que esta última fortalece con su método a la primera, una concepción de la gestión didáctica de la asignatura que ubica los modos de actuación del docente subordinados a la Ingeniería Civil.

Precisamente, para incorporar a su desempeño tal concepción didáctica, los investigadores de este trabajo científico dedicaron una etapa al estudio de aspectos teóricos de la Ingeniería Civil, a partir de determinados requerimientos del Plan de Estudio actuante y otros documentos básicos de la carrera, al tiempo que de la práctica productiva y los servicios del citado profesional, comenzando con la revisión de proyectos y diseños constructivos; establecieron relaciones con Ingenieros integrados con las prácticas productivas, de los cuales conocieron hechos constructivos de la región, del país y de otras partes del mundo, además de otras acciones realizadas en la propia institución universitaria.

En general, los autores de este artículo realizaron las siguientes gestiones:

- Intercambio con docentes de la carrera de Ingeniería Civil y Arquitectura, así como Ingenieros Civiles y Arquitectos en funciones de la práctica profesional.
- Revisión del Modelo del Profesional, donde se determinan los problemas profesionales p.38 (muy generales) y de la disciplina Análisis y Diseño de Estructuras (términos técnicos fundamentales), p. 300-342
- Análisis y síntesis teóricos de diversos textos de Ingeniería Civil, que incluye diccionarios técnicos, planes constructivos, diseños, proyectos y otros.
- Análisis de la utilización de términos de la Ingeniería Civil relacionados con situaciones profesionales reales, así como de su posible ubicación curricular para determinar precedencia

en el plan de estudios y la posible relación interdisciplinaria que pudiera trascender de las Ciencias Básicas a las asignaturas específicas de la Ingeniería Civil.

Un resultado fundamental de las gestiones anteriores fue la determinación de núcleos o conceptos matemáticos genéricos, como el de Modelo Matemático, al apreciar su aplicación en los diseños y proyectos de obras civiles, además de su carácter integrador de conceptos y propiedades matemáticos, cuya utilización en la didáctica de la matemática se situó en función del logro de sus objetivos y fines, lo que fue posible a partir de determinadas categorías técnicas o profesionales, como Estructura, Viga y Pilar o Columna, de las que se derivaron otros conceptos que permitieron estructurar los conocimientos de la Matemática I ligados con la Ingeniería Civil, con una significación profesional en los estudiantes durante su aprendizaje matemático.

Es importante destacar que los núcleos de conocimientos matemáticos se relacionan con categorías técnicas de la profesión (estructura, viga, pilares) mediante núcleos de conocimientos de la Física u otras Disciplinas Básicas (ver anexo) las que deben adecuarse según lo precisa el Plan de Estudio Actuante I.

Otro resultado de las gestiones, a partir de la necesidad de continuar profundizando en la problemática de la eficiencia de la carrera desde otra concepción didáctica de la matemática, avocó en el estudio comparado entre los textos científicos de Marrero y Sarduy (2006) y los de Camarena (2009, 2011), que no solo contribuyó con la actualización del análisis contextual de los problemas didácticos de la Matemática de la carrera de Ingeniería Civil de la UC, también permitió identificar causas y condiciones que limitan al desempeño didáctico de la matemática actual, en función de la obtención de conocimientos matemáticos por los estudiantes, con independencia gradual.

Entonces, como otro de los resultados, se dio paso a una concepción de la gestión didáctica de la matemática mediante la utilización de una situación profesional específica de la práctica del Ingeniero Civil que logre convertirse en situación didáctica que el estudiante se disponga a resolver con ayuda gradual de su profesor, de manera que pueda contribuir al logro del desempeño cognoscitivo deseado de los estudiantes en la asignatura, lo cual es factible si el profesor de Matemática I es capaz de regular la obtención del conocimiento matemático de sus estudiantes, al favorecer la comprensión de los conceptos matemáticos tratados con una significación profesional que los moviliza.

Es así, que el trabajo investigativo realizado se encausa a la determinación de situaciones didácticas que pudieran favorecer la introducción y obtención de los conocimientos matemáticos en la actividad de enseñanza-aprendizaje de la asignatura.

Entonces, la estructuración y sistematización de las situaciones didácticas de la Matemática I cobran marcada importancia en el marco de la presente investigación científica; los citados métodos se integraron en la práctica pedagógica mediante un indicador de desempeño profesional del docente de Matemática I: mediante la situación didáctica específica, que logre que cada estudiante gestione por sí mismo la obtención del conocimiento matemático con una independencia que se corresponda con la capacidad real de desempeño cognoscitivo, con respecto a un resultado de aprendizaje deseado; ese rasgo del modo de actuación del docente de Matemática implica la elaboración de situaciones didácticas tomando en cuenta las características individuales de los estudiantes y del grupo, un proceso complejo que se investiga actualmente, cuyos resultados científicos serán abordados próximamente.

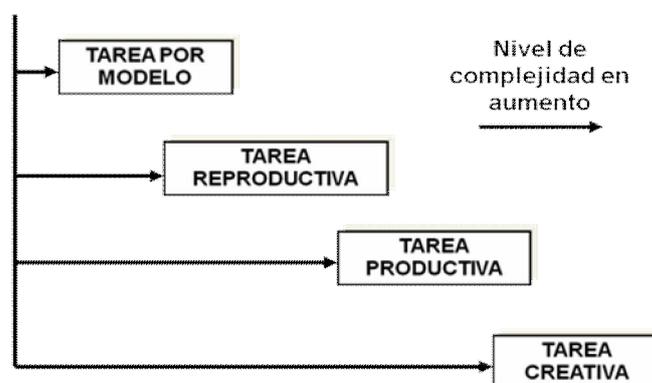
Por otro lado, es fundamental en la concepción que se plantea de la gestión didáctica de la Matemática, reconocer que el intercambio entre el docente de la asignatura y los estudiantes, se debe prever desde lo planificado para las posibles soluciones de la situación didáctica específica, que en este caso se desenvuelve utilizando preguntas didácticas concebidas de forma previa (no improvisadas, al menos las fundamentales) a la actividad docente real, que encierran "contradicciones" que no son más que ayudas

didácticas que llevan a los estudiantes a la obtención del conocimiento matemático, hasta que estos logran satisfacer la necesidad constructiva individual de respuesta.

No es ocioso precisar que la incorrecta preparación del docente de Matemática en el manejo situacional puede llevar a la desmotivación estudiantil y los frustra. La evaluación del desempeño cognoscitivo, variada y contante debe permitir detectar el estado real de aprendizajes.

Con el propósito de favorecer casos con ese, en esta investigación la actuación de los estudiantes se ubica en cinco niveles de desempeño cognoscitivo (Alto, Adecuado, Medio, Bajo y Muy Bajo) atendiendo a los objetivos de aprendizaje matemático que han logrado aprehender, para lo cual se toma en cuenta la teoría de alineamiento de Biggs y Tang (2011). Para facilitar el trabajo didáctico, las tareas de cada situación didáctica se tipificaron en Tarea por Modelo, Tarea Reproductiva, Tarea Productiva y Tarea Creativa, como se presenta en la Figura.

Figura Tipificación de las tareas implícitas en las situaciones didácticas de la Matemática I.



A continuación, se sintetizan las valoraciones de la implementación práctica de las acciones didácticas realizadas por los autores de este artículo, en el marco de la investigación-acción que realizaron.

En la Tabla II se presenta una muestra intencional de la totalidad de los estudiantes del primer año presencial de Ingeniería Civil (población: 84 estudiantes) con la finalidad de ilustrar el comportamiento de los resultados en las pruebas de desempeño cognoscitivo (inicial y final). En esta tabla se puede observar que los estudiantes logran transitar en su desempeño cognoscitivo de niveles muy bajos a otros superiores.

Tabla II: Análisis de Puntos de Corte, propició la valoración posterior a la aplicación de las pruebas de desempeño cognoscitivo de los estudiantes (Al, l=1, 2,..., 84) de entrada y salida.

| ALTO | ADECUADO | MEDIO | BAJO | MUY BAJO |
|--------------------------------------|---------------|-------------------|---------------|----------|
| | A31 , A63 | A2 , A4 , A3, A5 | A77, A78, A81 | A84 |
| PUNTOS DE CORTE DE LA PRUEBA INICIAL | -2.37 | -1.65 | 1.10 | 2.54 |
| PUNTOS DE CORTE DE LA PRUEBA FINAL | -0.35 | 1 | 2.22 | 2.33 |
| A31 A63 | A2,A3 ,A4, A5 | A77, A78, A81 A84 | | |

El paso fue gradual, lo que se corresponde con la complejidad del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática I.

Por otro lado, las entrevistas de opinión aplicadas a docentes y estudiantes sobre la implementación de situaciones profesionales en las clases de Matemática I expresan la totalidad de los docentes satisfechos, aunque consideran que se debe mejorar en la informatización; en tanto, se obtiene el 83% de satisfacción de los estudiantes, el 17% opina que la comprensión de la asignatura aún es difícil.

La contrastación de los resultados de los tres instrumentos anteriores, permiten concluir a los autores del presente trabajo que la implementación práctica de la gestión didáctica de la Matemática basada en los preceptos teóricos enunciados favorece el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura en el primer años de la citada carrera, aunque se debe profundizar en las recomendaciones de los docentes y en las causas que aún les hacen difícil la comprensión de conocimientos matemáticos a los estudiantes.

CONCLUSIONES

La aplicación de métodos y técnicas científicas declarados, permitieron constatar la necesidad de replantear la concepción y el modo de gestionar la didáctica de la Matemática I en la carrera de Ingeniería Civil, a la vez que se aprecia una tendencia a la determinación de un marco teórico que contribuya con los fundamentos de un modelo didáctico de gestión diferente al tradicional, a tono con la época que se vive.

Los estudios científicos relacionados con el mejoramiento de la gestión didáctica de la matemática en la carrera de Ingeniería Civil en el marco de la presente investigación acción, constatan que es fundamental lograr una concepción basada en la estructuración didáctica de la matemática con el manejo situacional, lo que se relaciona con un modo de actuación docente basado en la conducción y comprensión de situaciones profesionales que transitan a situaciones didácticas que a su vez, implican un determinado modo de actuación de los docentes y no solo de los estudiantes que se forman, manifiesto en la capacidad de relacionarse, en la resolución de conflictos, en la toma de decisiones en un contexto determinado.

La aplicación de métodos científicos para la determinación de la estructuración sustentada en situaciones didácticas de la Matemática I relacionadas con disciplinas específicas de la carrera de Ingeniería Civil, permitieron conformar un marco educativo integral en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura en el primer año, mediante el cual se propició la construcción de significados, la asignación de compromisos y responsabilidades de los estudiantes, dieron paso a diferentes formas de trabajo individual y grupal, así como la utilización de acciones didácticas más efectivas para aprender la Matemática I en función de la profesión, lo que fue corroborado después de la implementación práctica mediante la contrastación de resultados de la aplicación de entrevistas a docentes y estudiantes, así como los resultados de las pruebas de desempeños cognoscitivos.

ANEXO

Esbozos de situaciones didácticas (SD) utilizadas en las clases de Matemática I, carrera de Ingeniería Civil:

SD 1) El área A y el perímetro P de un terreno rectangular, donde se desea proyectar un centro de estudios de la Universidad de Camagüey, depende de las longitudes "x" e "y" de sus lados. Identificar el modelo matemático que puedes utilizar.

En esta situación, los conocimientos matemáticos son de niveles anteriores a la educación superior, al estar relacionados con el área y el perímetro de una figura rectangular. La pericia con que cuente el profesor le permite aprovechar varias potencialidades de los conocimientos matemáticos declarados vinculados con la Ingeniería Civil, para identificar el modelo que corresponda, a partir de la función real que se deriva.

SD 2) La dilatación del metal que se utiliza en la construcción de paneles de hormigón armado se puede calcular con la fórmula $D(t) = d^{\frac{t}{20}} \times T$ donde se conocen el factor d de dilatación del metal, se ha fijado un tiempo (20 minutos, en la fracción del exponente) de referencia para estudiar el total del tiempo t y se necesita saber cuánto aumenta bajo temperaturas específicas T . ¿Qué modelo matemático se indica?

Esta situación, es de mayor complejidad que la anterior, aunque los conocimientos matemáticos también son de niveles anteriores a la educación superior. La expresión analítica de la función y la utilización de t y T , pueden desviar la atención didáctica fundamental, que es identificar el modelo que corresponda, a partir de la función real que se deriva.

SD 3) La proyección constructiva de las estructuras civiles, se sustenta de las leyes de la Física como las siguientes:

" La ley de Hooke: "las deformaciones elásticas en los cuerpos son directamente proporcionales a las fuerzas que las producen". Esta propiedad permite calcular los valores máximos de las cargas en los extremos P y Q de una viga o barra PQ de hormigón, rígida, apoyada en otras dos barras de acero A y B , articuladas.

Desde el punto de vista didáctico, esta situación no solo se analiza por las contradicciones de conocimientos que genera. En ella, las exigencias curriculares correspondientes al año académico de los estudiantes no deben ser desestimadas como la precedencia de conocimientos profesionales, un aspecto fundamental relacionado con conocimientos de la especialidad que determinan la pertinencia de la propia situación ligada a los conocimientos matemáticos del primer año académico. En este caso, los conceptos estructura, viga y pilar o columna serán tratados con profundidad en el 3er año presencial de la carrera en asignaturas de la especialidad, pero se utilizan continuamente en asignaturas como "Ciencia del Proyecto" del primer año.

" La Segunda Ley de Newton, que se expresa con la fórmula permite calcular la fuerza que ejerce determinado cuerpo cuya masa es m y la aceleración es a .

En correspondencia con la complejidad de la tarea constructiva, esta ley puede parecer insuficiente, pero no debe dejar de concebirse como básica por su papel en la naturaleza y su incidencia en las obras constructivas más comunes. Tanto, con respecto a la masa m del cuerpo constructivo civil o la

aceleración de una tensión que se aplica sobre este, permiten introducir variables que hacen interesante la identificación del modelo matemático correspondiente.

Por su aplicación en los diseños y proyectos de obras constructivas, las categorías estructura, viga y columna ofrecen la posibilidad de estructurar los conocimientos matemáticos ligados a otros de la Ingeniería Civil y lograr una significación profesional en el aprendizaje de los estudiantes.

Puede ser aprovechado un hecho constructivo real, por ejemplo "El Puente de Bacunayagua, cuya construcción se inició en 1956 y se inauguró el 26 de septiembre de 1959, con una extensión total de algo más de 310 m, un arco de 114 metros y una altura de 110 metros sobre el nivel del mar; es una de las siete maravillas de la ingeniería civil cubana", permite abordar el término de "arco" que funciona como un conjunto de elementos que transmiten las cargas propias del objeto de obra o provenientes de elementos externos, lo que permite analizar por qué el "arco puede ser considerado un sistema en equilibrio".

Mediante las parábolas, una curva que corresponde a conocimientos matemáticos básicos tratados de manera precedente en el bachillerato, se puede introducir el estudio de las propiedades de los arcos, según las posturas que determinados pilares adoptan con respecto a su vértice -las parábolas abren hacia arriba, hacia abajo, u otras posiciones- hasta que los estudiantes logren concluir de cuál manera se colocan los pilares debajo del puente como arcos que se van a usar limitando los esfuerzos de compresión o empujes en los puntos de apoyo hacia el exterior de la viga horizontal (el puente), de forma que las tensiones aplicadas puedan ser contrarrestadas.

BIBLIOGRAFÍA

Almuiñas, J. L., & Galarza, J. (2013). Prospectiva y evaluación del docente universitario. En A. M. González, & N. A. González (Edits.), *La evaluación del desempeño del docente universitario: experiencias institucionales y nacionales* (págs. 29-46). Guayaquil: Universidad ECOTEC.

Ballester, S. (1995). *¿Cómo sistematizar los conocimientos matemáticos?*. La Habana: Academia.

Biggs, J., y Tang, C. (2011). *Teaching for quality learning at University* (4ta ed.). London: Mc Graw Hill.

Borges, J. (2006). *Modelo de gestión del postgrado a distancia*. Tesis doctoral inédita. Santiago de Cuba: Universidad de Ciencias Pedagógicas "Frank País".

Camarena, G. P. (2009). *La matemática en el contexto de la ciencia*. *Las matemáticas y la educación*, 9(46), 15-23.

Camarena, G. P. (2011). *Las Ciencias en Contexto de la Ingeniería*. Nuevo León: Universidad Autónoma de Nuevo León.

Dirección de Gestión Universitaria. (2015). *Informe del balance parcial de los objetivos estratégicos de la Universidad de Camagüey correspondientes al año 2015*. Camagüey: Inédito. Universidad de Camagüey.

González, E. (2014). *Despliegue de la calidad en la gestión de procesos sustantivos de instituciones de educación superior cubanas*. Tesis de doctorado inédita. Santa Clara: Universidad Central de las Villas.

Hernández, J. E. (enero-junio de 2001). *La instrumentación de la comprensión de textos en la escuela*. *Transformación*, 6(1), 17-27.

Junta de Acreditación Nacional. (2014). Informe de resultados de la evaluación externa a la Universidad de Camagüey. Ciudad de La Habana: inédito. Ministerio de Educación Superior.

Marrero, O y Sarduy, D. (2006). ¿Cómo evaluar la comprensión textual en los problemas matemáticos? UCP "José Martí", Camagüey.

Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba. (2007). Plan de Estudio de Ingeniería Civil. Ciudad de La Habana: Ministerio de Educación Superior.

Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba. (2007). Modelo del profesional .Plan de estudio D, carrera de Ingeniería Civil. Ciudad de La Habana: Ministerio de Educación Superior.

Mola, C. (2013). Estrategia didáctica para la comprensión de los objetos del Álgebra Lineal en las carreras de ingeniería de la Universidad de Camagüey. Tesis doctoral inédita. Camagüey: Universidad de Camagüey.

Montes De Oca, N., Rubio, J., & Núñez, R. (septiembre-diciembre de 2016). La gestión didáctica del proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Básicas en las Carreras de Ingeniería. *Transformación*, 12(3), 21-30.

Ramos, I. (2015). Informes de los Semestres I y II de Matemática Aplicada del 1er Año CRD de la Ingeniería Civil, cursos escolares 2012-2013 y 2013-2014. Camagüey: Inédito. Departamento de Matemática, Facultad de Ciencias Informáticas.

Ramos, I. (2015). Programa Analítico de Matemática I para el 1er Año CRD de la carrera Ingeniería Civil. Camagüey: Departamento de Matemática, Facultad de Ciencias Informáticas, Universidad de Camagüey.

Reinoso, I., & Hernández, J. (2011). El rol del profesor en el marco de la gestión de la UNC. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, 3(28), 14-32.

Rubio, J. F. (2011). Metodología para la organización del sistema de superación de directivos de institutos preuniversitarios. Tesis doctoral inédita. Camagüey: Universidad de Ciencias Pedagógicas "José Martí".

Rubio, J. F., & Rodríguez, I. (2014). El desempeño profesional y la gestión del conocimiento: Desafíos de la Educación Superior. Evento Internacional Universidad 2014. Ciudad de La Habana.

Tristá, B. (1992). Temas sobre dirección y administración académica. Ciudad de La Habana: CEPES. Universidad de la Habana.

UNESCO. (2015). Foro Mundial sobre la Educación. Incheon, República de Corea.

Recibido: julio 2016

Aprobado: octubre 2016

Dr. C. Jesús de Farit Rubio Méndez. Experto de la Junta de Acreditación Nacional de la República de Cuba para la evaluación, seguimiento y control de la calidad de la gestión universitaria, con participación en varias Instituciones de la Educación Superior del país. Profesor de la Universidad de Camagüey "Ignacio Agramonte Loynaz" Camagüey, Cuba, jesus.farit@reduc.edu.cu