



UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN

Facultad de Informática y Matemática

**ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA PLANIFICACIÓN CURRICULAR DE LA
MATEMÁTICA II EN LA CARRERA INGENIERÍA CIVIL DE LA ULEAM**

**Tesis en opción al título académico de Máster en Educación Matemática
Universitaria**

Autor: Ing. Ángel Mauricio Espinoza Cotera

HOLGUÍN

2016



UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN

Facultad de Informática y Matemática

**ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA PLANIFICACIÓN CURRICULAR DE LA
MATEMÁTICA II EN LA CARRERA INGENIERÍA CIVIL DE LA ULEAM**

**Tesis en opción al título académico de Máster en Educación Matemática
Universitaria**

Autor: Ing. Ángel Mauricio Espinoza Coterá

Tutor: Dr. C. Maritza Tamayo Soler

HOLGUÍN

2016

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme la fortaleza y levantarme en los momentos más difíciles y así poder conseguir llegar a esta etapa muy importante de mi vida, esto recién comienza, es un aliciente para seguir progresando día a día.

A mi esposa por ese apoyo incondicional en cada momento, a mi hija por ser la inspiración y motivo importante en mi superación diaria, por todo lo que le pueda brindar como ejemplo y como aporte en su vida.

A mis padres y hermanos (as) por la lucha constante y ese apoyo incondicional, para verme forjado como un profesional, impartíendome con total naturaleza ejemplos de superación, dándome ese empuje para no decaer y salir adelante.

A mis tutores por encender en mí la llama de la sabiduría con cada uno de sus consejos, ya que sin ellos no se hubiese logrado este resultado maravilloso.

A cada uno de los docentes y amigos de la prestigiosa Universidad de Holguín Cuba que han inculcado buenas enseñanzas, compartiendo sus experiencias, y encontrando la manera más factible de hacer llegar sus conocimientos.

Ángel Mauricio Espinoza Cotera.

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo mi amor y cariño a mi amada esposa Jérica Álava Montes por su apoyo y comprensión, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre ha estado brindándome cariño y amor.

A mi amada hija Scarleth por ser la fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

A mis amados padres Ángela y Abilio, mis hermanos Mayra, Santiago, Alfredo y Rafael quienes con sus palabras de aliento no me dejaron decaer para que siguiera adelante, siendo perseverante y cumpla con mis ideales.

A mis compañeros de Maestría, quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas y a todas las personas que durante este proceso estuvieron a mi lado apoyándome para que este sueño se haga realidad.

Ángel Mauricio Espinoza Cotera

RESUMEN

La complejidad de la Matemática y su enseñanza, hacen necesario que los profesores de esta disciplina permanezcan atentos y abiertos a los cambios y exigencias de la situación global, mucho más si se lleva a cabo en la formación de los futuros profesionales, pues sus contenidos permiten formar en los estudiantes procedimientos y actitudes que les facilitan enfrentar con éxito las exigencias que impone el cambio científico-tecnológico actual.

En esta investigación se pretende incidir en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática II en la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, a partir de perfeccionar la planificación curricular de dicho proceso. Se sustenta en las teorías del diseño curricular, la interdisciplinariedad en la enseñanza de las Ciencias y elementos del aprendizaje significativo y del enfoque Histórico Cultural.

Se elabora una estrategia didáctica que posibilita la articulación de los contenidos de la Matemática II en el perfil profesional de los estudiantes de la esta carrera. Además de perfeccionar la planificación curricular de esta asignatura se favorece su proceso de enseñanza aprendizaje, hecho que se evidencia con los resultados de la aplicación del criterio de expertos.

Educación Matemática B40, planificación curricular 97C90.

ÍNDICE	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS PARA LA PLANIFICACIÓN CURRICULAR DE MATEMÁTICA II DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA ULEAM	7
I.1 Fundamentos del proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática II para la carrera de Ingeniería Civil	7
I.2 Sustentos teórico-metodológicos de planificación curricular de la Matemática II en la carrera Ingeniería Civil de la ULEAM	12
I.2.1 Presupuestos para la planificación curricular de la Matemática II en la carrera de Ingeniería Civil en la ULEAM	19
I.3 Diagnóstico de planificación curricular de la Matemática II en la carrera de Ingeniería Civil de la ULEAM, y su incidencia en el proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes	29
CAPÍTULO II: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA PLANIFICACIÓN CURRICULAR DE LA MATEMÁTICA II EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA ULEAM	33
II.1 Fundamentos de la estrategia didáctica para la planificación curricular de la Matemática II en la carrera de Ingeniería Civil de la ULEAM	33
II.2 Presentación de la estrategia didáctica elaborada	39
II.2.1 Resultados parciales de la instrumentación de la estrategia didáctica	47
II.3 Análisis de la factibilidad de la estrategia didáctica diseñada a través del criterio de expertos	51
CONCLUSIONES	54
RECOMENDACIONES	55
BIBLIOGRAFÍA	56
ANEXOS	61

INTRODUCCIÓN

A lo largo de los siglos la Matemática ha sido empleada con objetivos diversos. Una de las más versátiles e idóneas herramientas para la exploración del universo a partir del Renacimiento, una magnífica guía del pensamiento filosófico entre los pensadores del racionalismo y filósofos contemporáneos, un instrumento de creación de belleza artística y un campo de ejercicio lúdico entre los matemáticos de todos los tiempos.

Por otra parte, la matemática misma es una ciencia dinámica y cambiante de manera rápida y hasta turbulenta en sus propios contenidos. Y aun en su propia concepción, aunque de modo más lento. Todo ello sugiere que, efectivamente, la actividad matemática no puede ser una realidad de abordaje sencillo.

De modo similar, el binomio de la educación-matemática, no es tampoco nada simple. La educación ha de hacer referencia a lo más profundo de la persona, una persona aún por conformar, a la sociedad en evolución en la que esta persona se ha de integrar, a la cultura que en esta sociedad se desarrolla, a los medios concretos personales y materiales de que en el momento se puede o se quiere disponer a las finalidades prioritarias que a esta educación se le quiera asignar, que pueden ser extraordinariamente variadas

Por tanto, la complejidad de la matemática y de la educación sugiere que los teóricos de la educación matemática, y no menos los agentes de ella, deben permanecer atentos y abiertos a los cambios que en muchos aspectos la dinámica rápidamente mutante que la situación global exige.

De hecho, en esta investigación se pretende estimular el aprendizaje de la Matemática en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil, o sea, que el estudiante ocupe un lugar activo en el proceso a través de su protagonismo a partir de sus particularidades, y que los contenidos de esta asignatura permitan lograr la transformación de los estudiantes según las exigencias que impone el cambio científico-tecnológico.

Un aspecto clave para lograr tal propósito, radica en que la disciplina Matemática, es aquella en que se desarrollan los fundamentos de la formación de un especialista en esta carrera, dado que todo ingeniero considera representaciones técnicas y científicas en términos matemáticos con los cuales reflejan los rasgos cuantitativos de los fenómenos que estudia.

Un comentario merece, que lo que un profesor de Matemática debe conseguir en sus estudiantes de Ingeniería Civil es que desarrollen habilidades de pensamiento útiles en la solución de problemas, razonen lógicamente, puedan comunicarse haciendo uso del lenguaje matemático, y que establezcan conexiones con las otras disciplinas. Todo ello en una permanente actitud reflexiva, de indagación y búsqueda, sin perder de vista el medio en el cual se desarrollan.

A pesar de esto, es cierto que para algunos puede ser mucho más sencillo escribir en la pizarra símbolos extraños y que los estudiantes desde una posición subordinada copien estos símbolos, muchas veces sin comprender su significado; pero se tiene el criterio que el esfuerzo de muchos docentes ecuatorianos que actualmente laboran en el sistema público y han hecho suyas estas ideas renovadoras logrará encaminar el futuro de la educación matemática en Ecuador, hacia un desarrollo sostenido, en el que los jóvenes sean los principales beneficiarios de esta nueva visión.

Constituye una referencia lo citado por M. de Guzmán (1994) que resume las consideraciones anteriores.

“En la situación de cambios en que nos encontramos, es claro que los procesos verdaderamente eficaces de pensamiento, que no se vuelven obsoletos con tanta rapidez, es lo más valioso que podemos proporcionar a nuestros alumnos. En nuestro mundo científico e intelectual tan rápidamente mutante vale mucho más hacer acopio de procesos de pensamiento útiles que de contenidos que rápidamente se convierten en lo que Whitehead llamó “ideas inertes”, ideas que forman un pesado lastre, que no son capaces de combinarse con otras para formar constelaciones dinámicas, capaces de abordar los problemas del presente” (De Guzmán, 1994 p. 3).

Lo que ha generado, en este investigador intenciones de convertir el currículo de Matemáticas II para la Ingeniería Civil en una interesante aventura del pensamiento humano, que imprima múltiples emociones, forme la mente de los estudiantes de esta carrera para su futura labor profesional.

Esta temática resulta de interés en la actualidad, en especial, lo relacionado con el papel de la Matemática en la formación de los ingenieros. En la literatura científica se consultaron varios autores que investigan el tema, unos se centran en los contenidos matemáticos y su enseñanza, y otros en sus aplicaciones a los contextos de actuación

de los ingenieros.

En la presente investigación el estudio se centra en el segundo aspecto, es decir, en valorar qué matemáticas necesitan los ingenieros, y en especial, en el proceso de formación del Ingeniero Civil en Ecuador. M. Serna y A. Serna (2003), refieren que la ingeniería está en crisis, y una de las causas que lo provoca es que les falta más formación en matemáticas.

Camarena (2010), asume la modelación matemática como elemento clave en la formación del ingeniero; mientras que Ruiz, Montiel y Camarena (2010) proponen una estrategia para el desarrollo de las competencias matemáticas profesionales del futuro ingeniero, en tanto Brito, M. y otros (2011) realiza un análisis de las habilidades matemáticas que requiere el ingeniero.

Por su parte, Martínez y Hernández (2011) plantean la construcción de un currículo basado en competencias para el programa de Ingeniería de Sistemas, que parta de lo específico (malla curricular) a lo general (perfil de egreso). Sin embargo, García (2013) hace hincapié en que los docentes consideren las características de las carreras de ingeniería para poner los contenidos de Matemática al servicio de esta.

A pesar que estos trabajos abarcan las diferentes ingenierías, es decir, se centran en la ingeniería industrial, mecánica, civil, informática, entre otras; constituyen un referente importante, pues sus contenidos son similares, aunque el autor de esta tesis considera que se debe profundizar en el estudio de los currículos de la Matemática para cada una de estas carreras, de modo que se impartan los contenidos esenciales y afines a sus futuras profesiones.

En Ecuador, son escasos los trabajos relacionados con la temática, no obstante, la Educación Superior lleva a cabo la reestructuración de los currículos de todas sus carreras. La Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (Uleam), no está exenta de este proceso, y las acciones que se ejecutan incluyen el perfeccionamiento de todas las asignaturas presentes en la formación de los ingenieros.

En la Facultad de Ingeniería, en el caso de la carrera de Ingeniería Civil, los estudiantes presentan insuficiencias en el aprendizaje de la Matemática II y no se evidencia, la implicación de sus contenidos para el desarrollo futuro de este profesional, por lo que se necesita la reestructuración de los sílabos de esta materia de acuerdo a las actuales

exigencias.

Lo antes expuesto, pudo corroborarse con la aplicación de varios instrumentos a docentes y estudiantes de esta carrera (anexo 1 y 1.a), así como el análisis de los sílabos de las asignaturas de matemática de la carrera. Los resultados arrojaron la existencia de las siguientes dificultades:

- Bajo interés por parte de los estudiantes hacia el estudio de las matemáticas.
- Escaso desarrollo de habilidades que necesitan los estudiantes en formación de Ingeniería Civil.
- Existe poca relación entre los contenidos de matemática y las asignaturas de profesionalización.
- Bajo conocimiento por parte de los docentes sobre la didáctica de la Matemática con relación a la carrera.

El análisis realizado evidenció la existencia de una situación problemática, enmarcada en la necesidad de perfeccionar el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática II en la carrera Ingeniería Civil de la Uleam, y la insuficiente articulación de los contenidos de esta materia en el perfil profesional de los estudiantes, de la cual se deriva el siguiente **problema científico**:

Insuficiencias didáctico-metodológicas en el proceso enseñanza aprendizaje de la Matemática II limita la articulación de sus contenidos en el perfil profesional de la carrera de Ingeniería Civil de la Uleam.

El **objeto de investigación** se circunscribe al proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática II en la carrera de Ingeniería Civil en la Uleam.

En correspondencia con el problema, se formula como **objetivo**: elaboración de una estrategia didáctica para la planificación curricular de la Matemática II sustentada en la articulación de sus contenidos en el perfil profesional de los estudiantes, de modo que favorezca el proceso de enseñanza aprendizaje de esta asignatura en la Carrera de Ingeniería Civil de la Uleam lo cual permite delimitar como **campo de acción**: la planificación curricular de la Matemática II en la Carrera de Ingeniería Civil de la Uleam. Para la solución del problema científico y el cumplimiento del objetivo propuesto se presentan las **preguntas científicas** siguientes:

1.- ¿Cuáles son los fundamentos del proceso de enseñanza aprendizaje de la

Matemática en la carrera de Ingeniería Civil de la Uleam?

2.- ¿Qué elementos teórico-metodológicos se pueden asumir en la planificación curricular de modo que posibilite la articulación de los contenidos de la Matemática II en el perfil profesional de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Civil de la Uleam?

3.- ¿Cuál es el estado actual de la planificación curricular de la Matemática II en la carrera de Ingeniería Civil de la Uleam y su incidencia en el proceso de enseñanza aprendizaje de esta materia?

4.- ¿Cómo diseñar una estrategia didáctica para la planificación curricular de la Matemática II, sustentada en la articulación de sus contenidos en el perfil profesional de los estudiantes, de modo que favorezca el proceso de enseñanza aprendizaje de esta materia en la carrera de Ingeniería Civil de la Uleam?

5.- ¿Cómo valorar la pertinencia de la estrategia elaborada para favorecer la articulación de los contenidos matemáticos en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática II en la carrera de Ingeniería Civil de la Uleam?

Por lo que se precisan las siguientes **tareas de investigación**:

1.- Valorar los fundamentos del proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática II en la carrera de Ingeniería Civil de la Uleam.

2.- Determinar los elementos teóricos que se pueden asumir en la planificación curricular de la Matemática I que posibiliten la articulación de sus contenidos en el perfil profesional de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Civil de la Uleam.

3.- Diagnosticar la planificación curricular de la Matemática II en la carrera de Ingeniería Civil de la Uleam y su incidencia en el proceso de enseñanza aprendizaje de esta asignatura.

4.- Elaborar una estrategia didáctica para la planificación curricular de la Matemática II sustentada en la articulación de sus contenidos en el perfil profesional de los estudiantes, que favorezca el proceso de enseñanza aprendizaje de esta asignatura en la carrera de Ingeniería Civil de la Uleam.

5.- Aplicar el criterio de expertos para valorar la pertinencia de la estrategia didáctica elaborada para favorecer la articulación de los contenidos matemáticos en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática II en la carrera de Ingeniería Civil de la Uleam.

Para el desarrollo de la investigación se emplean los siguientes **métodos teóricos**: el análisis-síntesis e inducción-deducción. Se utilizan al realizar críticas a la literatura relacionada con el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática y la articulación de sus contenidos en el perfil profesional de la carrera ingeniería civil de la Uleam, así como en la interpretación de los resultados del diagnóstico de su estado actual. Se emplean al determinar los fundamentos teóricos y metodológicos que sustentan la estrategia didáctica que se elabora y en la confección y explicación de la misma y de las conclusiones parciales y generales.

El histórico-lógico permitió analizar el problema de la investigación en su evolución e historicidad, a lo largo del proceso de las transformaciones que ha tenido lugar en la enseñanza-aprendizaje de la Matemática en la carrera de Ingeniería Civil en la Uleam como objeto de estudio, para potenciar la articulación de los contenidos de la Matemática II en el perfil profesional de esta carrera.

La modelación, se empleó para estructurar las acciones de la estrategia didáctica para la planificación curricular de la Matemática II en la carrera ingeniería civil de la Uleam, a partir de la organización jerárquica de sus partes y las relaciones entre los contenidos matemáticos y de otras disciplinas para su estructuración lógica.

De los **métodos empíricos** se utilizaron los siguientes: La observación participante de clases de Matemática II, intercambio con docentes en talleres y otras actividades observadas en la propia práctica profesional, permitió identificar las dificultades que limitan la articulación de los contenidos en el perfil profesional de la carrera de ingeniería civil de la Uleam en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática II. La encuesta a profesores y estudiantes completó la información obtenida a través de la observación participante para la fundamentación del problema y la caracterización del estado actual del objeto.

La **novedad** de la investigación radica, en el perfeccionamiento de la planificación curricular de la Matemática II basado en la articulación de sus contenidos en el perfil profesional de los estudiantes, de forma que favorezca su proceso de enseñanza aprendizaje en la carrera de Ingeniería Civil de la Uleam, por lo que el **aporte** principal lo constituye la estrategia elaborada.

CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS PARA LA PLANIFICACIÓN CURRICULAR DE MATEMÁTICA II DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA ULEAM

Este primer capítulo está dedicado al establecimiento, explicación y argumentación de las posiciones que se asumen para darle solución al problema científico. Se parte de la valoración de los sustentos del proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática en la formación de los ingenieros civiles y de forma particular, los de la Uleam. Se realiza un análisis teórico del diseño curricular, la interdisciplinariedad y el aprendizaje significativo, como elementos principales para lograr la planificación curricular de la asignatura Matemática II, desde la articulación de sus contenidos con el proceso de formación de estos profesionales. Posteriormente se aborda el estado actual de la problemática que se investiga.

I.1 Fundamentos del proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática II para la carrera de Ingeniería Civil

En el presente siglo los retos que enfrentan las universidades en la formación de sus profesionales han cambiado, debido al desarrollo de la Ciencia y la Técnica, lo que se refleja en una profesión más que en otra; para el caso de la Ingeniería Civil este cambio ha sido significativo, debido a que estos profesionales deben demostrar sus competencias en un mundo de constante avance y desarrollo tecnológico.

Es por ello que el proceso de formación de estos profesionales también debe adaptarse a las condiciones actuales del desarrollo de la sociedad, y dentro de él, la enseñanza en las universidades deben abandonar los enfoques tradicionales y conservadores y buscar nuevas alternativas donde los estudiantes se apropien de forma activa, de contenidos y actitudes que le permitan enfrentar con éxito las exigencias del mundo moderno.

Lo anterior implica realizar cambios sustanciales en los currículos de esta carrera y con ello, buscar el perfeccionamiento en lo curricular y lo metodológico de todas las materias que reciben estos ingenieros en su formación, tanto en las asignaturas de la profesión como en las llamadas básicas y de formación social o humanista.

Para el caso de las materias conocidas como básicas, en el currículo de los ingenieros civiles se encuentra la Matemática II. En este caso particular se hace necesario

replantear el papel de esta materia para esos profesionales y profundizar en qué contenidos, cómo o de qué forma enseñarlos, de modo tal que el futuro ingeniero reciba en su formación las herramientas fundamentales que le permitan un desempeño profesional acorde a las exigencias actuales.

En Ecuador, la Educación Superior realiza transformaciones que se fundamentan a través de la política del actual gobierno, registradas en documentos, leyes y reglamentos como son: la Constitución de la República del Ecuador (2008), la Ley Orgánica de Educación Superior (2010), el Reglamento a la Ley Orgánica de Educación Superior (2010); como sustento de los logros obtenidos que se enmarcan en el programa de la Revolución Ciudadana.

Es por ello que las universidades e institutos superiores del país se encuentran en el perfeccionamiento de sus ofertas académicas, con la actualización de sus currículos para elevar la calidad de las carreras e instituciones a través de los procesos de evaluación y acreditación de las mismas.

Para el caso de la Ingeniería Civil, su currículo cambia significativamente de una Universidad a otra; lo que afecta en llegar a un consenso sobre el rediseño de esta carrera a nivel nacional, tal es así, que a pesar de haberse creado redes académicas nacionales, en varias de estas aún persisten diferencias significativas en la concepción de sus currículos.

Lo anterior evidencia que existen diferentes propuestas en el rediseño de las mallas en cuanto a la determinación de los contenidos de las materias, teniendo como causa la subjetividad de los participantes por cada institución a partir de las particularidades en sus modelos y concepciones.

La Matemática II no ha estado alejada de tal fenómeno, también existen contradicciones ya que, como es conocido, sus contenidos difieren entre una universidad y otra, distribuyéndose en una o varias materias.

Por tanto, el análisis consiste en comprender que el perfil del profesional de la carrera sea quien determine los contenidos matemáticos que se deben dominar para investigar los procesos, las leyes de la naturaleza, la sociedad y la técnica para resolver los problemas profesionales de la vida laboral en dichos campos.

En tal sentido, la presente investigación comparte el planteamiento de Y. Morales, M.

Bravo y C. Cañedo (2010), quienes afirman que la Matemática posibilita formar adecuadamente el pensamiento analítico, el rigor demostrativo, el sentido de la exactitud y el de la aproximación, la objetividad numérica y la propensión a la medición, entre otras.

Otros investigadores como Y. Fernández y L. Domínguez (2010), refieren que el cálculo matemático es cada vez más necesario para los profesionales del mundo financiero a todos los niveles, pues muchas de las operaciones financieras no pueden ultimarse ni explicarse sin recurrir a conceptos matemáticos.

Sobre la importancia de la matemática y su aplicación, A. Bacale (2014) realiza su aporte hacia las operaciones bancarias y bursátiles en temas económicos y en muchas áreas de las finanzas; además de aportarle a estos profesionales capacidad, valor de reflexión propia, impulso, y desarrollo de las habilidades para analizar y aplicar los modelos matemáticos relacionados con los cambios cuantitativos que se producen en sus esferas de actuación.

Lo anterior, sirve como sustento para analizar la contribución de la Matemática II en la formación de los estudiantes en la carrera de Ingeniería Civil, pues sus contenidos tienen una presencia incuestionable en las diferentes ramas del conocimiento humano y ejercen un importante rol en los cambios que tienen lugar en la sociedad.

Ello cobra mayor relevancia en la carrera de Ingeniería Civil, ya que le posibilita a los futuros profesionales emplear los conocimientos del cálculo integral, entre otros, para encargarse del diseño, construcción y mantenimiento de las infraestructuras instaladas en el entorno, incluyendo carreteras, ferrocarriles, puentes, canales, presas, puertos, aeropuertos, diques y otras construcciones relacionadas.

En este sentido, F. Rumbaut, V. Veliz y F. Gorozabel (2014) reflexionan sobre el papel de la Matemática en la formación de los ingenieros, y hacen valiosas observaciones cuando plantean que, si estos se dedicaran a la administración y gerencia, las habilidades de análisis, demostración, cálculo y procedimientos matemáticos le aportarían un importante valor a sus productos intelectuales; aspectos difíciles de conseguir para profesionales de otras ramas. Por otra parte, si se centra en la solución de problemas técnicos específicos de la ingeniería tendría que profundizar al máximo el estudio de esta materia.

Sobre esta temática, M. Brito y otros (2011) aportan elementos importantes; destacan que la formación matemática posibilita a los ingenieros representar el comportamiento de muchas magnitudes, fenómenos y procesos; comprender y calcular diferentes magnitudes como velocidad, calor específico, entre otras; así como el desarrollo de la habilidad de modelar teniendo en cuenta la clasificación de los principales modelos matemáticos para las ingenierías. Se está de acuerdo con estas ideas, pues para la elaboración de los modelos se tiene presente la naturaleza de los procesos que desarrollan, su estructura matemática, así como el perfil del profesional de las carreras de ingeniería.

Por su parte J. Cobarrubias (1998) encaminó sus estudios a la formación de los ingenieros que se necesitan en la actualidad; aborda elementos esenciales en la formación y manifestación de valores, a las actividades y sentido común en el ejercicio de su profesión; refiriéndose al sentido común, a los conocimientos del ingeniero sobre el comportamiento de la naturaleza, las ciencias puras y su capacidad de modelar dicho comportamiento a través de la Matemática, para lo cual destaca la necesidad de dominar los fenómenos y procesos de la realidad, así como las Ciencias Naturales y la Matemática para crear nuevos productos y servicios útiles a la sociedad.

Así mismo A. Romo y A. Oktaç (2007), en sus trabajos se refieren al papel que desempeñan los conceptos matemáticos en la resolución de proyectos de ingeniería, donde además aportan una clasificación acerca de la implicación de dichos proyectos respecto a la matemática, asumiéndolo de la manera siguiente: contribución de la matemática en la resolución de un problema, aportación a la matemática, cambio en el contenido matemático y teoría de la práctica.

En esta misma línea, C. Cruz (2010), argumenta como deben tomarse en cuenta ciertos fundamentos de la educación matemática, para centrar el diseño de experiencias didácticas que se orienten hacia la formación de los estudiantes de carreras de ingeniería en el manejo contextual de la modelación matemática, como vía para la orientación de la enseñanza hacia el desarrollo de destrezas del estudiante necesarias para obtener una primera aproximación al “método del diseño”, entendido éste como la forma de trabajo habitual de un profesional de la ingeniería.

Por otra parte, relacionado con el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática

que contribuya a la formación integral de un ingeniero con calidad, capaz de afrontar los retos de la vida profesional futura, se destacan los trabajos de Y. Morales, M. Bravo y C. Cañedo (2013), los cuales se consideran positivos, pues tratan de vincular el contenido de aprendizaje con la práctica social y el perfil del ingeniero mecánico en Cuba, lo que tiene similitud con las aspiraciones de la presente investigación, aunque en el contexto de la ingeniería civil en la Educación Superior del Ecuador.

En tanto, J. García (2013) aborda las características de la enseñanza del cálculo por los docentes desde una perspectiva específica, propia de la ingeniería, lo cual es apropiado pues le aporta los instrumentos intelectuales y cognitivos necesarios a los futuros ingenieros, y así la Matemática se considera como área especializada del conocimiento humano.

En este sentido, se presentan los trabajos de D. Curbeira, M. Bravo y G. Bravo (2013), quienes abordan la integración entre las acciones y las operaciones para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral en la disciplina Matemática General y las correspondientes a la habilidad profesional. Resulta novedoso tratar de relacionar el tratamiento de conceptos en la Matemática con el desarrollo de habilidades profesionales de los estudiantes.

También se destacan los trabajos de E. Trejo, P. Camarena y N. Trejo (2013), relacionados con la enseñanza de la Matemática en el Contexto de las Ciencias. En esencia se parte de la selección de un evento contextualizado de la ingeniería y posteriormente se muestran los pasos que el profesor de matemáticas debe seguir para presentar a los estudiantes una matemática contextualizada.

Para la carrera de Ingeniería Civil existen escasos trabajos, no obstante, D. Echazarreta y R. Haudemand (2009) hacen una propuesta dirigida a solucionar problemas integradores en el desarrollo de habilidades cognitivas y de aprendizaje de los estudiantes, enfocados en la cátedra de Física de esta carrera hacia un contexto real y logrando una integración con contenidos de la Matemática.

Así mismo se encuentra la investigación desarrollada por O. Troncoso, M. Cuicas y E. Debel (2010) relacionada con la implementación del modelo b-learning en la enseñanza de la Matemática I de la carrera de Ingeniería Civil. Se usaron las tecnologías Web como elementos enriquecedores del proceso de enseñanza y aprendizaje, la plataforma

Moodle y la combinación de estrategias propias de la educación presencial con la educación virtual, lo cual posibilitó la participación activa del estudiante. Sin embargo, no se evidencia el rol del docente en el diseño de las situaciones de aprendizaje para apoyar, informar, comunicar e interactuar con los conocimientos específicos de la asignatura y promover en los estudiantes el desarrollo de estrategias para el aprendizaje autónomo.

Atendiendo al análisis que se realiza, se puede apreciar la existencia de varios enfoques en la enseñanza de la Matemática en las carreras de ingeniería alejados del objeto–campo de esta investigación, aunque constituyen sustentos fundamentales, a pesar de la diversidad en las propuestas estudiadas son escasos los análisis dirigidos a la articulación de los contenidos de esta asignatura para perfeccionar la planificación curricular.

Por lo que el autor de esta investigación considera que se necesitan mayores esfuerzos para lograr su perfeccionamiento, aprovechando las potencialidades que poseen los escenarios que enfrentarán en su vida profesional.

I.2 Sustentos teórico-metodológicos de planificación curricular de la Matemática II en la carrera Ingeniería Civil de la Uleam

Si se toma como punto de partida, que la planificación curricular es el campo de estudio de esta investigación, se hace necesario discutir y asumir un conjunto de definiciones y concepciones relativas a este proceso.

Para ello se hace necesario comenzar el análisis sobre los fundamentos teóricos del currículum. En este sentido, F. Addine y C. Sanz (2003) realizan un análisis sobre algunas tendencias en las definiciones conceptuales de esta categoría, entre las que se destacan, de acuerdo a M. Gamboa (2007): los contenidos de la enseñanza, con representantes como Briggfs, Hutchins, Bester y Bagley; plan de instrucción, con Taba y Beauchamp; un sistema tecnológico para instrumentar la eficiencia de la producción, con Pophan y Baker; como reconstrucción del conocimiento y configurador de la práctica, con influencia de la teoría crítica de la Escuela de Frankfurt, Horkheimer, Marause, Adorno y Habermas; y como conjunto de experiencias, con Dewey, Rogers y Neill.

Por otro lado se pueden destacar dos enfoques fundamentales, un currículum centrado

en el objeto (Tyler, 1997), (Taba, 1962), entendiéndose por objeto el contenido o la materia que se pretende enseñar; y el currículum centrado en los sujetos, estudiantes, profesores y expertos, que se ha promovido a través de diferentes experiencias (Stenhouse, 1991) con la introducción de metodologías cualitativas.

A continuación se resumen algunos aspectos distintivos del segundo enfoque (Stenhouse, 1991) que permiten destacar el contraste entre estas dos propuestas curriculares:

- La necesidad de un marco flexible para la experimentación e innovación del currículum.
- El concepto de currículum como proyecto a experimentar en la práctica.
- El proceso de desarrollo del currículum en un marco estimulante de energías creadoras y de compromiso de los profesores.
- La diferenciación entre programas curriculares ceñidos a una selección y secuencia de contenidos a diferencia de proyectos curriculares como una síntesis de posiciones epistemológicas, psicológicas y educativas.
- El currículum como palanca de transformación y de formación del profesorado.
- El currículum como el instrumento inmediato que condiciona la actividad didáctica.
- El currículum como el medio por el que el profesor se capacita para probar ideas en la práctica, gracias más a su propio discurso personal que al de otros.

Esta experiencia curricular en contraste con las anteriores pone el énfasis en dos cuestiones fundamentales que resultaron significativas para el autor de esta investigación y para la estrategia que se propone en la misma; ellas fueron:

- La necesidad de transformar, desarrollar y validar el currículum como proyecto a través de la práctica curricular.
- La posibilidad que ofrece el currículum desde la práctica curricular para la formación y desarrollo de los profesores que lo ejecutan.

Un complemento importante de otra concepción la ofrece González (1994), al considerar el currículum como un proyecto sistematizado de formación y un proceso de realización a través de una serie estructurada y ordenada de contenidos y experiencias de aprendizaje, articulados en forma de propuesta político-educativa que propugnan

diversos sectores sociales interesados en un tipo de educación particular con la finalidad de producir aprendizajes significativos que se traduzcan en formas de pensar, de sentir, valorar y actuar frente a los problemas complejos que plantea la vida social y laboral en un país determinado.

Además de la contextualización realizada sobre esta categoría, existen otros elementos importantes de la misma, como el caso de los niveles en donde se concreta el currículo; conocidos por macro currículo, meso currículo y micro currículo (Fernández, A., s/f; Addine, F. y otros, 2000).

El nivel Macro, corresponde al sistema educativo en general que involucra al nivel máximo que realiza el diseño curricular y debe ser un instrumento pedagógico que señale las grandes líneas del pensamiento educativo, las políticas educacionales, las grandes metas, etc; de forma que orienten sobre el plan de acción que hay que seguir en los siguientes niveles de concreción y en el desarrollo del currículo.

El segundo nivel, el Meso, se materializa en el proyecto de la institución educativa o instancias intermedias, el que especifica entre otros aspectos los principios y fines del establecimiento, los recursos docentes, didácticos disponibles y necesarios, la estrategia pedagógica, el reglamento para docentes, estudiantes y el sistema de gestión; este debe responder a situaciones y necesidades tanto de profesor y estudiantes, como de la institución, la región y el país.

El nivel Micro, conocido por algunos autores como programación de aula, es donde se determinan los objetivos didácticos, contenidos, actividades de desarrollo, actividades de evaluación y metodología de cada área que se materializará en el aula. Entre los documentos que se confeccionan están los planes anuales, unidades didácticas y los planes de clases.

La presente investigación se centra en este último nivel, tomando como fundamentos los presupuestos teóricos de la escuela Histórico-Cultural, y donde se refuerza la actualidad que tiene, según González (1994), la búsqueda de la necesaria interrelación dialéctica entre la teoría, el diseño y el desarrollo en la práctica de un currículum; y cómo es aún una necesidad, el fortalecimiento de las investigaciones en este campo de modo que se alcance una mayor comprensión de las particularidades de su ejecución en las diferentes carreras, niveles educativos y modalidades, así como la elevación del

nivel académico de los profesores y funcionarios que enfrentan la problemática de formación. Esta tesis responde de cierta manera a esta solicitud para el caso de la Matemática II en la carrera de Ingeniería Civil de la Uleam.

Desde esta perspectiva, en esta investigación se asume como diseño curricular en el marco de la enseñanza universitaria, la aportada por Castañeda (1998), al considerar que el mismo constituye, en esencia, un sistema de acciones, mecanismos y formulaciones que para una profesión específica y en un momento y lugar determinado permiten elaborar y materializar los objetivos de un proceso formativo, de modo que posibilite dar respuesta a una necesidad social e individual para un período de formación determinado.

Acerca de la relación entre la enseñanza y el currículum este autor coincide con Stenhouse (1991), al utilizar el término de estrategia de enseñanza que alude más a la planificación de la enseñanza y del aprendizaje sobre la base de principios y concede más importancia al juicio del profesor e implica por tanto, el desarrollo y puesta en práctica de una línea de conducta cuando se refiera a la necesidad de elaborar nuevas estrategias por grupos de profesores que colaboren dentro de un marco de investigación y desarrollo.

Otros autores entienden el currículum como la concreción del diseño, desarrollo y evaluación de un proyecto educativo que responde a unas bases y fundamentos determinados y a una concepción didáctica. Es posible distinguir en el mismo, diseño, desarrollo y evaluación curricular, como sus tres dimensiones fundamentales (Fernández, A.G., s/f). En este caso se comparten las ideas de F. Addine y otros (2000) cuando expresan lo siguiente:

“El diseño curricular puede entenderse como una dimensión del currículum que revela la metodología, las acciones y el resultado del diagnóstico, modelación, estructuración y organización de los proyectos curriculares. Prescribe una concepción educativa determinada que al ejecutarse pretende solucionar problemas y satisfacer necesidades y en su evaluación posibilita el perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje (...) es metodología en el sentido que su contenido explica cómo elaborar la concepción curricular, es acción en la medida que constituye un proceso de elaboración y es resultado porque de dicho proceso quedan plasmados en documentos curriculares

dicha concepción y las formas de ponerla en práctica y evaluarla” (p. 4).

Lazo y Castaño (2001), hacen referencia a esta categoría como resultado del trabajo que da respuesta a las exigencias sociales en la formación de profesionales, constituyendo un proyecto educativo que guía y condiciona el desarrollo del proceso.

En cuanto al desarrollo del currículo, también tratado como ejecución, Stenhouse (1991) plantea que con ello se debe lograr desarrollar procesos intrínsecos de resignificación, democratización y creatividad, principios esenciales del autoperfeccionamiento en el modo de actuación profesional.

Se comparte además los planteamientos de A. Fernández (s/f), al afirmar que la labor del profesor en la dimensión del desarrollo curricular se caracteriza por enfrentar constantemente las tareas de diseño, adecuación y rediseño, y esto último, como el resultado de la reelaboración del diseño donde se valora el modelo inicial en su puesta en práctica a partir de su investigación curricular. El rediseño tiene una estrecha relación con el diseño por cuanto sería repetir el programa de diseño curricular de forma total o en algunas de sus partes con la finalidad de perfeccionarlo.

En cuanto a la evaluación curricular, A. Fernández (s/f) y F. Díaz (2005), forma parte de todos los momentos del diseño y desarrollo curricular analizados anteriormente ya que en todo proceso de dirección el control es una tarea esencial. La evaluación del diseño y desarrollo curricular constituye un proceso mediante el cual se corrobora o se comprueba la validez del diseño en su conjunto, mediante el cual se determina en qué medida su proyección, implementación práctica y resultados satisfacen las demandas que la sociedad plantea a las instituciones educativas.

Atendiendo estas caracterizaciones sobre las dimensiones del currículo, se considera que el diseño curricular es esencial ya que no solo permite elaborar la concepción curricular, sino que los resultados que se logren una vez convertidos en los documentos curriculares, se pueden poner en práctica para evaluarla a medida que avanza el proceso.

Dentro de esta dimensión se precisan algunas tareas para el diseño curricular (Fernández, A., s/f), sustentadas en la concepción de Álvarez de Zayas (1995), sobre fases y tareas del currículum; aunque en su propuesta orienta mejor el contenido de las tareas por medio de la integración de sus fases, así como pueden ser aplicadas a

cualquier nivel de enseñanza y de concreción del diseño curricular.

Se coincide con los autores anteriores, en que la modelación del currículum incluye una tarea importante para el proceso curricular y es la determinación de los contenidos necesarios para alcanzar los objetivos terminales; entendida esta como la determinación de contenidos, la selección de los conocimientos, habilidades y cualidades que deben quedar expresados en programas de módulos, disciplinas, asignaturas, programas directores, componentes, de acuerdo al criterio de estructuración que se asuma y el tipo de currículum adoptado, precisados al nivel que se diseña.

Además de los contenidos se debe concebir la metodología a utilizar para el desarrollo curricular. La metodología responde al nivel de concreción del diseño que se elabora, de forma que si se trata de un plan de estudio la metodología se refiere a como estructurar y evaluar el mismo; si se trata de un módulo, disciplina, asignatura, una unidad didáctica, un componente, etc., se debe revelar la forma de desarrollar y evaluar su aplicación práctica. A medida que la concepción es de currículum cerrado o abierto, la responsabilidad de determinar contenidos y metodologías recaerá en los niveles macro, meso y micro de concreción de diseño curricular.

Al considerar, en la presente tesis, el nivel micro de concreción curricular, y la necesidad de modelar el currículo de la Matemática II de forma tal que responda a las necesidades de los estudiantes de la Ingeniería Civil de la Uleam, se precisa analizar la planificación curricular; considerado como el proceso de previsión de las acciones que deberán realizarse en la institución educativa con la finalidad de vivir, construir e interiorizar en experiencias de aprendizaje deseables en los estudiantes.

Por lo que para dicho proceso, además de considerar a los profesores y estudiantes que intervienen en el proceso educativo, se debe tener presente los objetivos, contenidos, métodos, medios y materiales educativos, escenario educativo, tiempo y formas de evaluación del proceso.

En tal sentido, C. Barriga (2011) define la planificación curricular como el proceso que se ocupa de determinar qué debe hacerse, a fin de que posteriormente puedan tomarse decisiones prácticas para su implementación; además, permite establecer los requisitos para llegar a ese punto, de la manera más eficiente y eficaz posible.

A su vez, N. Rodríguez (2004) lo define como el proceso de previsión de las acciones que deben realizarse en la institución educativa con la finalidad de vivir, construir e interiorizar en experiencias de aprendizaje deseables en los estudiantes.

De estas definiciones la primera es muy general, mientras que la segunda está más relacionada con lo que debe hacer una institución educativa en cuanto a los aprendizajes que requieren los estudiantes; aunque desde el punto de vista de las experiencias que los estudiantes deseen y no en la que realmente necesiten y sean pertinentes para su formación.

Por último, se asume la caracterización dado por C. Barriga (2011), al plantear que la planificación curricular es un proceso estratégico, sistemático, flexible y participativo que explicita los alcances que tienen los docentes y otros en el proceso de aprendizaje.

Sobre la base del análisis que se realiza respecto al currículo y el diseño curricular, al tener presente el objetivo de la investigación; se considera, que la planificación curricular es el proceso mediante el cual se determinan los principales contenidos de una materia, la metodología con la que se desarrolla su enseñanza aprendizaje, y los recursos humanos y materiales que se necesitan para el logro de dicho proceso.

Existen diversas clasificaciones sobre el proceso de planificación curricular; pero la mayoría considera como etapas necesarias, las siguientes:

El **diagnóstico**, propicia el análisis de la realidad educativa, al permitir obtener una clara visión de los sujetos y procesos que en ella intervienen, así como factores externos que pueden favorecer o entorpecer el proceso.

La **programación curricular**, posibilita la previsión de los diversos elementos curriculares que contendrá el diseño curricular.

La **ejecución curricular**, permite la puesta en práctica del desarrollo del currículo, es decir, se ejecutan todos los contenidos programáticos con los respectivos elementos curriculares.

La **evaluación curricular**, propicia la verificación del proceso de enseñanza aprendizaje para la formulación de juicios de valor que permitan la toma de decisiones coherentes, oportunas y válidas para el adecuado desarrollo del currículo.

Al ser la planificación curricular el objeto de análisis en la presente tesis, enmarcada en la carrera de Ingeniería Civil de la Uleam y concretados en la asignatura Matemática II,

a continuación se analizan los presupuestos teóricos a tener presente en el desarrollo de dicho proceso.

I.2.1 Presupuestos para la planificación curricular de la Matemática II en la carrera de Ingeniería Civil en la Uleam

La planificación curricular que se llevará a cabo en la presente investigación se sustenta primeramente en el rediseño curricular que se efectúa en las ofertas académicas de la Educación Superior del Ecuador en general, y de la Uleam en particular, al asumir la interdisciplinariedad como eje central de la misma, así como elementos del aprendizaje significativo de Ausubel y el enfoque histórico cultural de Vigotsky. A continuación se analizan dichos presupuestos.

Rediseño curricular e interdisciplinariedad

Un aspecto que se considera en esta investigación se refiere a los requerimientos del rediseño curricular para la carrera de Ingeniería Civil, determinados por los rasgos esenciales que deben caracterizar la formación de los ingenieros (Castañeda, 2000).

Ellos son:

- Potenciar el aprendizaje del sujeto por encima de la transmisión de conocimientos por parte del profesor.
- Prestar especial atención al desarrollo de la independencia, la capacidad de auto preparación y el desarrollo de habilidades profesionales generales en el estudiante.
- Priorizar la formación básica por encima de la formación especializada.
- Ser capaz de brindar una sólida formación teórica en las ciencias básicas y los aspectos básicos de la actividad profesional, ligados al desarrollo de un pensamiento lógico bien desarrollado.
- Desarrollar habilidades y destrezas profesionales en la solución de problemas estructurados y no estructurados.
- Desarrollar la flexibilidad de pensamiento, el pensamiento divergente, lateral o creativo, que permita desarrollar la capacidad de obtener diversidad de soluciones a un mismo problema y poder evaluar los puntos fuertes y las debilidades de unas y otras.
- Desarrollar capacidades para el trabajo grupal, interdisciplinario.

- Estimular el desarrollo integral de la personalidad de los educandos y su formación socio humanista.

El rediseño curricular, que está en vigor para la carrera de Ingeniería Civil desde el curso 2015-2016 presenta como característica, una estructura de disciplinas y de asignaturas que garantiza la formación básica y científica, que favorece simultáneamente el aprovechamiento de las ventajas del sistema modular o globalizado al establecer ciertas jerarquías y diferencias entre las disciplinas y las asignaturas.

De esta manera, permite potenciar los aspectos relativos a la construcción personal del conocimiento por parte de los estudiantes y propiciar en ellos el logro de aprendizajes significativos y el desarrollo de un individuo independiente y creativo. Por lo que, el desarrollo de la interdisciplinariedad se ve favorecido por una concepción del rediseño curricular “vertical” de las materias concebidas en cada una de las disciplinas de dicho currículo, y un enfoque “horizontal” del mismo.

Sin embargo, queda abierto el tema relativo a las interrelaciones que deben tener lugar en el proceso, entre el macro diseño curricular de una carrera concebida y el enfoque disciplinar, cuyo diseño se apoya en una fuerte concepción interdisciplinaria, los principios y métodos utilizados en el nivel intermedio (meso) de su diseño curricular, es decir en los niveles de disciplinas, semestres y años en los que intervienen otros grupos humanos y donde debe producirse un perfeccionamiento coherente y armónico de todo el currículum el cual es abordado más adelante como parte de este trabajo de investigación.

Por tanto, al acotar la concepción que se asume en esta investigación, se concibe la interdisciplinariedad en el perfeccionamiento del diseño curricular esencialmente como un proceso, caracterizado de la siguiente manera:

- Es una vía de desarrollo y actualización del currículum.
- Se lleva a cabo por los propios actores del currículum (profesores, estudiantes y expertos, en cada caso) e incluye y presupone un proceso de formación y cambio de ellos mismos.
- Se planifica y desarrolla conscientemente a partir del interés y la motivación de la mayoría de los involucrados, aunque el mismo está regulado y regido por el Plan de estudio y el Modelo del Profesional de la carrera de que se trate.

- Es un proceso de carácter sistemático y permanente.
- Es un proceso significativo, es decir que deja huella y que tiene un significado y un sentido personal para todos sus actores.
- Que converge a la formación en el sentido más amplio y humano de un profesional dado.
- Que se establece y se condiciona a partir de las necesidades y exigencias de un contexto socio-histórico determinado.

Luego de asumir esta concepción de la interdisciplinariedad el problema queda reducido a encontrar las vías de cómo llevarla a la práctica y comprobar la viabilidad y efectividad de sus resultados en el perfeccionamiento del diseño curricular, cuestión esencial de la que trata esta investigación.

La dificultad fundamental que se presenta para lograr este propósito es encontrar las vías mediante las cuales se logre realizar esta transformación, sobre todo en el caso particular de los docentes de Matemática II en la carrera de Ingeniería Civil, que cuenta con docentes destacados de su especialidad con escasa formación pedagógica y limitado interés por estos temas, limitación que se hace extensiva a la necesaria presencia de la interdisciplinariedad en el diseño curricular, concebido como proyecto y proceso, para la que el profesor también debe ser formado (Miranda, 1979).

En este sentido se plantea que debe ser una preocupación constante de los directivos y de las comisiones académicas, realizar contactos directos con toda la comunidad docente para incentivarlos, comprometerlos e incorporarlos al proceso de transformación y tener en cuenta sus opiniones y experiencias en el mismo. Como se declara, se hace necesario encontrar una estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular que permita materializar este compromiso de los docentes con el desarrollo y perfeccionamiento del currículum.

El análisis anterior se basa en los fundamentos que aporta el estudio de la interdisciplinariedad, donde se pueden mencionar varios autores que han trazado pautas a partir de los resultados de sus investigaciones. En la dirección de la interdisciplinariedad en el diseño de la Matemática para ingenieros se destacan Pérez (1989, 1996) y Scull (1997); debe señalarse que no fue objeto de sus investigaciones abordar la problemática de esta asignatura integralmente. Por su parte, Castro (1989) y

Rodríguez, T. y otros (1997) sí la realizaron, aunque con una concepción diferente a la que se plantea en esta investigación.

También se han realizado otras investigaciones en el nivel medio superior como es el caso de Fernández de Alaiza, cuyo trabajo de relación intermaterias de la Matemática con las restantes asignaturas del ejercicio de la profesión tiene un gran valor práctico en la búsqueda y realización de estas relaciones (Fernández de Alaiza, B., 2000), aunque no es el propósito de este autor el perfeccionamiento de los sistemas didácticos de las asignaturas atendiendo a la articulación “vertical” y “horizontal” de su diseño curricular, a partir de una estrategia como la que se concibe en esta investigación.

La interdisciplinariedad está presente en el universo en todos los fenómenos de la naturaleza, evidenciado en los problemas de la práctica social, entendiendo al hombre como un sujeto particular de la naturaleza. La división y clasificación en materias o asignaturas con contenidos aislados, agrupados por disciplinas, solo la establece el hombre como una vía para el estudio y análisis a profundidad de las partes constitutivas que integran esa realidad con el compromiso de integrarlas nuevamente para el análisis de los fenómenos en sí, recuperando de esta forma todos los nexos interdisciplinarios de los mismos.

Por lo tanto, todo el estudio y discusión que se promueve en la enseñanza universitaria acerca de la interdisciplinariedad, no es más que la necesidad de regresar al nivel de integración interdisciplinaria que presentan en la realidad los problemas de la práctica profesional de cualquier carrera universitaria y de la actividad humana en su carácter más general y completo.

Acerca de su surgimiento y desarrollo plantea Teófilo Rodríguez que la interdisciplinariedad ha disfrutado de momentos intensos de máxima atención y de situaciones menos consideradas, casi de olvido, lo que ha sido consecuencia de dos tendencias opuestas en la sociedad, las que se han puesto de manifiesto, por una parte, por la división del trabajo y la especialización que exigió el desarrollo y el crecimiento científico para dominar los aspectos de un campo determinado de la realidad, pero que por otro lado, han conducido a la búsqueda de conexiones y relaciones para atender a la solución de los problemas en un contexto más amplio, con una visión más integral y completa de la situación analizada. Así, mientras el primer

momento desoye la interdisciplinariedad, el segundo momento la potencia y reclama (Rodríguez, 1997).

Indudablemente uno de los aspectos de la actualidad del tema que se trata en esta tesis está dada por el reclamo que se hace en estos momentos a la Uleam de promover una enseñanza interdisciplinaria lo más integral posible, que acerque a los futuros graduados a la realidad de los problemas profesionales que tendrán que resolver, lo que se considera en la estrategia propuesta en esta investigación.

La interdisciplinariedad se menciona con frecuencia en la actualidad; así lo demuestran las revisiones que se realizaron por Internet a través de los buscadores Yahoo, Altavista, Alltheweb, Infoseek, entre otros, que reportan cientos de artículos que contienen este vocablo, pero no todos lo utilizan con una misma significación.

Una definición del significado de este término atendiendo a la relación que se establece entre dos o más ciencias y a los diversos niveles de complejidad que puede alcanzar esta relación aparece en el Diccionario de Ciencias de la Educación (García, 1984).

Otros autores asumen una acepción de la interdisciplinariedad que le da mayor peso a las relaciones que se establecen entre los sujetos que la llevan a efecto que al objeto de estudio. Coinciden en que es una actitud de las personas ante la interdisciplinariedad que implica mutua apreciación y respeto recíproco entre las disciplinas y competencias, así como la tolerancia hacia los distintos métodos y procedimientos que se utilizan (Damiano, 1977), cuyo objetivo es lograr un enriquecimiento a través del intercambio recíproco, que no pretende atenuar las diferencias, sino por el contrario, lograr la colaboración real entre inteligencias (Scurati, 1977).

Entre ellos, Guy Michaud resume una serie de características atendiendo a cómo se manifiesta la interdisciplinariedad entre las personas que la asumen, como una forma de vida, esencialmente una práctica colectiva con un trabajo en equipo que requiere de una activa colaboración, donde los representantes estén dispuestos a dialogar abiertamente y sean capaces de reconocer lo que les falta y lo que podrían aprender de otros (Apostel, 1975), que no se aprende, que se ejercita, ya que es el fruto de una formación continua, de una flexibilización de las estructuras mentales.

Teófilo Rodríguez le da una interpretación al problema, que en cierto sentido facilita su interpretación y establece pautas para seleccionar las vías para su ejecución. Lo analiza

de la siguiente manera: disciplinariedad e interdisciplinariedad son dos momentos de un mismo proceso; es un movimiento de doble dirección que se puede resumir en una regla general: trabajar separados, trabajar la separación, a fin de conocer mejor las distintas partes del universo; trabajar unidos, trabajar la unificación y la interacción, a fin de descifrar el universo al que esas partes pertenecen y poder, de esta manera, dominarlas más eficazmente (Rodríguez, 1997).

En este mismo sentido se refiere Torres (1995), cuando plantea que para que haya interdisciplinariedad es necesario que haya disciplinas; la riqueza de la interdisciplinariedad está supeditada al grado de desarrollo de la disciplina y estas a su vez se van a ver afectadas positivamente como fruto de sus contactos y colaboraciones interdisciplinarias.

Estos planteamientos de Michaud, Rodríguez y Torres, entre otros, sirvieron de base a la concepción de interdisciplinariedad que asume el autor de esta tesis con relación a la investigación que se desarrolla, ya que resulta significativa para el proceso de planificación curricular de las asignaturas; donde reconoce y permite desarrollar los nexos existentes entre las diferentes materias que reciben los estudiantes en un determinado curso.

Este concepto se enmarca dentro de la acepción brindada por Jacobs (1989), donde se interpreta la interdisciplinariedad como una visión del conocimiento y un enfoque del currículum que conscientemente aplica metodología y lenguaje desde más de una disciplina a examinar un tema central, asunto, problema, tópico o experiencia.

Debido a la diversidad de definiciones con relación a la interdisciplinariedad y los puntos de vista de los diferentes autores que sobre ella se han manifestado se puede verificar la amplitud de alcances y de significados de este término, lo que ha dado lugar a que algunos artículos recientes se refieran a la confusión que se muestra en su tratamiento. En los trabajos de Rugarcía (1997) y Méndez (1998) se abunda detenidamente este tema.

Los aprendizajes significativos

Asumir elementos fundamentales de esta corriente psicológica responde a dos razones fundamentales, primero, por la importancia que tiene debido a la cualidad que los caracteriza con relación al significado y al sentido personal en el sujeto que “aprende”,

lo que permite proponerse y concebir la planificación curricular con un enfoque integral del aprendizaje que considere la formación socio humanista de la ciencia que se enseña (Arana, 2006), en la que los valores estén realmente implícitos en el sistema de conocimientos y dejen de ser un componente añadido en los planes de estudio, como todavía sucede en algunas carreras de ciencias técnicas.

La segunda razón es que el autor de esta tesis se propone producir en los docentes “aprendizajes significativos” acerca de la estrategia planteada y en determinados temas importantes de la pedagogía y de la interdisciplinariedad relacionados con la planificación curricular, por la cualidad que caracteriza a estos aprendizajes.

Además el propio perfeccionamiento de este proceso no debe ser abordado sin tratar el tema de los aprendizajes significativos, tal y como plantea Stenhouse (1991) cuando se refiere a que el currículum no puede apartarse de las concepciones de aprendizaje de los psicólogos si de verdad se quieren conseguir resultados en este proceso que impliquen al estudiante en su totalidad como sujeto, como ser humano; lo que por su parte menciona también González (1994) cuando expresa que producir aprendizajes significativos, que se traduzcan en formas de sentir, valorar y actuar frente a los problemas complejos que plantea la vida social y laboral en un país determinado es la finalidad del currículum.

Los referentes teóricos sobre aprendizajes significativos, para la presente investigación, se limitarán al análisis de dos grupos de autores o tendencias sobre este tema. El primero se refiere a diferentes planteamientos acerca del aprendizaje significativo, realizados por algunos importantes Psicólogos Cognitivos que centran su propuesta en el proceso del conocimiento, y el segundo, a otro grupo de autores que ponen el énfasis del aprendizaje en el papel y la importancia de los sujetos y particularmente en el sujeto que aprende.

La concepción de la estrategia didáctica para la planificación curricular de la Matemática II en la carrera de Ingeniería Civil que se presenta en esta tesis, se propone involucrar a los docentes, de forma tal que se alcancen en ellos los “aprendizajes” necesarios para que la interdisciplinariedad y el perfeccionamiento de la planificación curricular tengan lugar, primero, en la mente de sus actores con una real significación para ellos.

Liliana Morenza expresa la posición de la Psicología Cognitiva cuando refiere que

aprender supone una actualización adecuada de las bases de conocimientos y una integración del conocimiento nuevo a una estructura preexistente (Morenza, 1996), lo que sin lugar a dudas sienta las bases de la posición de estos psicólogos a la hora de considerar los aprendizajes significativos. Bajo estos presupuestos generales Ausubel (1968, 1973) expresa la necesidad de que el nuevo material de aprendizaje se relacione de manera sustancial con lo que el alumno (docentes) ya sabe para lograr que este sea “asimilado” en su estructura cognoscitiva.

Como se puede analizar desde la posición de Ausubel y de otros psicólogos cognitivistas (Novak, 1988), sus planteamientos refuerzan la necesidad de relacionar el aprendizaje de los profesores en los temas pedagógicos, con aspectos significativos presentes en su estructura cognitiva como lo es el perfeccionamiento de sus asignaturas a través de la interdisciplinariedad, cuando la misma se asocia a la solución de problemas profesionales en la que ellos son expertos.

Por su parte, C. Coll (1990) se refiere al aprendizaje significativo de hechos, de conceptos, de procedimientos y de actitudes que son muy cercanos a los efectos que por su naturaleza produce la interdisciplinariedad en el colectivo de docentes y alumnos cuando esta se trabaja dinámicamente en el perfeccionamiento del diseño curricular. Establece para ello una serie de condiciones como por ejemplo, que el contenido de aprendizaje sea potencialmente significativo en la doble vertiente lógica y psicológica, sin descuidar otro aspecto de suma importancia, la funcionalidad del aprendizaje teniendo en cuenta que mientras más complejas y numerosas sean las conexiones establecidas entre el nuevo material de aprendizaje y los elementos ya presentes en la estructura cognoscitiva, mayor sea el grado de significatividad del aprendizaje realizado y tanto mayor será también su funcionalidad.

Estas conexiones numerosas y complejas que menciona este autor están presentes en la esencia misma de la interdisciplinariedad, en el diseño curricular desde el momento en que la interdisciplinariedad, en todas sus dimensiones, ayuda a salvar las diferencias entre los límites de cada disciplina y la realidad misma, contribuyendo a dar significado y sentido al currículum en el nivel micro del diseño curricular, es decir, en la planificación curricular; y a motivar a partir de ello a los profesores a estudiar aspectos específicos de la didáctica y de la pedagogía en general que pueden propiciar a

mediano plazo una elevación significativa de la calidad en los procesos que realizan y lograr así la significatividad del aprendizaje en su doble vertiente lógica, psicológica y la funcionalidad de lo que se aprende.

Asimismo, permite a los estudiantes comprender mejor los contenidos de la Matemática II, al ver las relaciones que tiene con las demás materias que recibe, lo cual les permite tener mejor aprendizaje.

Proponerse lograr aprendizajes significativos cambia radicalmente el enfoque acerca de qué es lo que debe aprenderse y lleva por tanto a discutir otros aspectos tales como el aprender a aprender y las estrategias de aprendizaje. Si se tiene en cuenta que aprender a aprender, (Díaz Barriga, 1991) implica la capacidad de reflexionar en la forma en que se aprende y de actuar en consecuencia, autorregulando el propio proceso de aprendizaje mediante el uso de estrategias flexibles y apropiadas que se transfieran y adapten a nuevas situaciones (Díaz Barriga, 1991).

La labor de los profesores (convertidos en sujetos de aprendizaje), a través de la estrategia de perfeccionamiento de la planificación curricular, donde crea condiciones propicias para el desarrollo de estas capacidades se asocian a la obtención de aprendizajes significativos en estos temas pedagógicos por parte de dichos docentes. En este sentido, resulta importante la posición de los autores que le dan prioridad al papel de los sujetos, a las relaciones que se establecen entre los sujetos, y al contexto en el que se produce el proceso de aprendizaje.

Se considera que un aprendizaje es más significativo mientras mayor sea su relación con la personalidad y con la vida toda del individuo (Zarzar, 1983), o se identifica este tipo de aprendizaje con un proceso de transformación mutua, según Santoyo (1981) la persona cambia por la influencia del grupo y este se modifica por la acción de sus miembros.

Enfoque histórico cultural

Hay autores que defienden la importancia de la experiencia histórico-social en el proceso de aprendizaje a través de todas las relaciones y las interacciones que se producen en el individuo a partir de su actividad con todo lo que lo rodea, un proceso en el que el sujeto incorpora y se apropia, configura su mundo interno; destacando, entre otros aspectos, el carácter social de este proceso, así como la interacción y la

comunicación que se establece entre los sujetos (Pampliega, 1999).

La concepción de aprendizaje de Vigotsky es mucho más amplia que la analizada anteriormente, ya que lleva a un análisis acerca de la educación, desarrollo y cultura de la formación de los procesos psíquicos superiores, entre otros; de manera integral, como sentencia Bruner (1999). Su teoría educacional es de transmisión cultural como también una teoría del desarrollo. Ya que “educación” no solo implica para Vigotsky el desarrollo del potencial del individuo, sino también la expresión y el conocimiento histórico de la cultura humana de la que surge el hombre.

La idea esencial de la obra de Vigotsky establece que la determinación de los procesos psíquicos debe buscarse en el carácter histórico-social de la naturaleza humana (Vigotsky, 1987), en la sociedad, en primer lugar, como factor determinante en la conducta del hombre.

Por esta razón cuando en esta investigación se propone elaborar una estrategia didáctica de perfeccionamiento de la planificación curricular de la Matemática II en la carrera de Ingeniería Civil, basada en trabajar la interdisciplinariedad, y se destaca que entre los rasgos característicos de este proceso que debe ser “sistemático y permanente”, se asocia el mismo a la transformación de una cultura de trabajo de todos los involucrados que, apoyada firmemente en la realidad socio-histórica en que se lleva a cabo, se enriquece con elementos nuevos y reconstruye las formas de hacer y de pensar de los participantes.

Este enfoque se basa esencialmente en el carácter social del aprendizaje que se establece a través de la comunicación en la actividad práctica interactiva que realizan las personas (Vigotsky, 1987), en la que juega un papel importante la zona de desarrollo próximo (Vigotsky, 1989); lo que se ha concebido en esta investigación al utilizar las potencialidades de “trabajar” la interdisciplinariedad por el colectivo de docentes y alumnos de un semestre de un año como factor de movilización y transformación, para promover en ellos y a través de ellos el cambio, de una manera consciente pero a su vez significativa.

La estrategia que se plantea utiliza las ventajas que ofrece la zona de desarrollo próximo que se convierte en fortaleza, lo que pudiera constituir una debilidad al trabajar la interdisciplinariedad en un colectivo de año heterogéneo, que lo integran docentes de

diferentes disciplinas, con distintos intereses, motivaciones, experiencias y formación profesional.

A partir de todos estos elementos y sobre la base de las definiciones de Vigotsky, el autor de esta tesis considera como significativos aquellos aprendizajes que dejan una huella sensible con un significado y un sentido personal en el sujeto que aprende; es decir, contextualizándolo el aprendizaje de la Matemática II se hace significativo cuando el estudiante reconoce su papel en las demás asignaturas que recibe, así como su importancia dentro de la Ingeniería Civil y sus principales aplicaciones.

I.3 Diagnóstico de planificación curricular de la Matemática II en la carrera de Ingeniería Civil de la Uleam, y su incidencia en el proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes

Al seguir el título del epígrafe, se puede evidenciar que el siguiente estudio se divide en dos partes, una dirigida a la planificación curricular, es decir, a la elaboración del sílabo de la Matemática II por parte del docente; y la otra, enmarcada en el proceso de enseñanza aprendizaje de esta materia, en cómo se desarrolla o lleva a la práctica lo planificado.

Para ello, el estudio teórico y pre diagnóstico realizados, más la experiencia del investigador en la docencia en dicha materia y los objetivos que se persiguen en la investigación; permitieron determinar los criterios, para la realización de dicho diagnóstico, los cuales se presentan a continuación.

Para la planificación curricular se tuvo en cuenta:

- Dominio del docente en diseño curricular.
- Organización y distribución lógica de los contenidos de la Matemática en la materia Matemática II.
- Pertinencia de los contenidos del sílabo de Matemática II para la profesión del Ingeniero Civil.

Y en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática II:

- Cumplimiento del sílabo por el profesor.
- Situación del aprendizaje de los contenidos de la Matemática II.
- Relación de los contenidos de la Matemática II con las demás asignaturas y procesos de la Ingeniería Civil.

Para la primera parte, se revisaron los documentos oficiales de la carrera, entre los que se destacan el plan de estudio, perfil profesional y de egreso, así como el análisis de pertinencia y la fundamentación de la carrera; además se revisaron los documentos de la Comisión Académica y los sílabos correspondientes a los últimos semestres. Se realizó también, una entrevista (anexo 2) al coordinador académico y los docentes que imparten la asignatura Matemática en la Facultad.

Los resultados alcanzados en este estudio permitieron conocer, respecto al *dominio del docente en diseño curricular*, que existe:

- Desconocimiento por parte de los docentes entrevistados sobre aspectos teóricos del currículo y la planificación curricular, así como las diferentes formas de su participación en la construcción y desarrollo del mismo en el área de la Matemática.
- Incongruencias en los diferentes sílabos de la Matemática II revisados, tanto en su estructura como en los contenidos que se abordan, lo que evidencia que el proceso de planificación curricular no se realiza de forma adecuada.

Dentro de la *organización y distribución lógica de los contenidos de la Matemática en la materia Matemática II*, se pudo observar que:

- Los contenidos de la Matemática II difieren de un sílabo a otro sin haber realizado los análisis curriculares o fundamentación pertinentes.
- No existe coherencia lógica ni relación entre los contenidos de algunas unidades temáticas dentro de la Matemática II.
- No hay una secuencia lógica entre los contenidos de la matemática que reciben en los primeros semestres de la carrera.

Por último, con relación a la *pertinencia de los contenidos del sílabo de Matemática II para la profesión del Ingeniero Civil*, se puede plantear que:

- Ausencia, en los documentos de la planificación curricular de la Matemática II, de análisis sobre el perfil profesional del Ingeniero Civil.
- Los sílabos de Matemática II carecen de ejemplos simbólicos o de la realidad, que sean afines al objeto de estudio de la Ingeniería Civil.
- No existe relación entre los contenidos de esta materia con los contenidos de las demás asignaturas que reciben los estudiantes.

En la segunda parte del estudio, centrado en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática II se utilizaron diferentes métodos y técnicas empíricas; entre ellas estuvieron la encuesta a estudiantes, la observación a clases (anexo 3) y la revisión de documentos oficiales de la carrera.

En cuanto al *cumplimiento del sílabo* por el profesor, se obtuvo la información siguiente:

- Los docentes, en su mayoría, no utilizan el sílabo de la asignatura como una guía fundamental del proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática, ya que solo lo elaboran para cumplir con la dirección de la carrera, facultad y universidad.
- La distribución de los contenidos por materias y unidades temáticas no se realiza atendiendo al perfil profesional ni a las demás materias dentro de la malla curricular.
- No siempre se desarrollan todos los contenidos planificados en los sílabos dentro de un período lectivo (semestres), ni se utilizan las formas y actividades previstas para su desarrollo.

En relación con la *situación del aprendizaje de los contenidos de la Matemática II*, se conoció que:

- Los estudiantes muestran desidia, pereza, apatía hacia el estudio de las carreras de ingeniería; debido, entre otros factores, al nivel de matemática que debe recibir en ella.
- Existe un mínimo interés hacia el aprendizaje de la matemática, lo cual conlleva a afectaciones en el desarrollo del proceso.
- Los estudiantes tienen un bajo rendimiento en la materia, por lo que existe alta pérdida y repetición de los estudiantes.

Por último, el análisis que se realiza sobre la relación de los contenidos de la Matemática II con las demás asignaturas y procesos de la Ingeniería Civil, se puede afirmar lo siguiente:

- Los estudiantes no ven la aplicación de la matemática en la especificidad de la carrera, ni el objeto de tener que cursarla.
- Existe una desvinculación entre los contenidos de matemática con los de las demás asignaturas de la carrera.

- Los estudiantes desconocen la importancia e implicación de la Matemática dentro del proceso de formación del Ingeniero Civil.

En resumen, se puede concluir que la actual planificación curricular de la Matemática II en la carrera de Ingeniería Civil de la Uleam no hace un aporte significativo hacia la formación de estos profesionales, ya que sus contenidos no son pertinentes y esenciales, debido a que su centro de estudio radica en la enseñanza simbólica y no al real aporte de esta ciencia en lo concerniente a la modelación matemática de situaciones reales y su acoplamiento con los fenómenos de esta profesión, lo cual incide en el escaso desarrollo de habilidades en la manera que se desea para los estudiantes de Ingeniería Civil.

CAPÍTULO II: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA PLANIFICACIÓN CURRICULAR DE LA MATEMÁTICA II EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA ULEAM

En este capítulo se fundamenta la estrategia, conformada por una síntesis de los principales elementos teóricos que se valoran en epígrafes anteriores, y que se constituyen en referentes para la propuesta que se realiza en la investigación; a continuación se presenta la estrategia didáctica elaborada para la planificación curricular de la Matemática II en la carrera de Ingeniería Civil de la Uleam, y culmina con el análisis de los resultados del criterio de experto sobre la factibilidad de dicha estrategia.

II.1 Fundamentos de la estrategia didáctica para la planificación curricular de la Matemática II en la carrera de Ingeniería Civil de la Uleam

La estrategia es la forma escogida por el investigador para la instrumentación y evaluación del modelo en la práctica; además permite la organización de las actividades a desarrollar en dependencia de las características del entorno en que se aplique.

Por estrategia, entre otras definiciones, se entiende “un sistema dinámico y flexible de actividades que se ejecuta de manera gradual y escalonada, permitiendo una evolución sistemática en la que intervienen de forma activa todos los participantes haciendo énfasis, no solo en los resultados sino también, en el desarrollo procesal” (Márquez, A., 2000 p. 4).

Por su parte Addine, F. y otros (2000) las consideran como “secuencias integradas, más o menos extensas y complejas, de acciones y procedimientos seleccionados y organizados, que atendiendo a todos los componentes del proceso, persiguen alcanzar los fines educativos propuestos” (p. 6).

Las anteriores definiciones abordan, de forma sintética, los elementos fundamentales que caracterizan una estrategia, las cuales, en la literatura científica, se clasifican atendiendo a disímiles criterios y parámetros; en la presente investigación se consideran las estrategias didácticas como resultado de la misma, debido a su relación con el objeto y campo de esta tesis.

Se asume la definición de estrategia didáctica dada por Salazar (2012), quien la considera “como un proceso integral que organiza y desarrolla un conjunto de acciones que se proyectan y se ponen en marcha de forma ordenada para alcanzar un

determinado propósito pedagógico” (p. 76).

Este mismo autor, siguiendo la metodología propuesta por De Armas y otros (2003) sobre el proceso de obtención de resultados en la investigación científica, define la organización que debe tener una estrategia y se destacan los aspectos siguientes:

Introducción-fundamentación: Se establece el contexto y ubicación de la problemática a resolver; ideas y puntos de partida que fundamentan la estrategia.

Diagnóstico: Indica el estado real del objeto y evidencia el problema en torno al cual gira y se desarrolla la estrategia.

Planteamiento del objetivo general

Planeación estratégica: Se definen metas u objetivos a corto y mediano plazo que permiten la transformación del objeto desde su estado real hasta el estado deseado. Planificación por etapas de las acciones, recursos, medios y métodos que corresponden a estos objetivos.

Instrumentación: Explicar cómo se aplicará, bajo qué condiciones, durante qué tiempo, responsables y participantes.

Evaluación: Definición de los logros y obstáculos que se han ido venciendo, valoración de la aproximación lograda al estado deseado.

El autor de esta tesis asume la organización de la estrategia propuesta, aunque se debe señalar, que como parte de la lógica de la investigación algunos aspectos son partes de otros epígrafes o capítulos de la memoria escrita, lo cual se explicará a medida se vayan analizando cada uno de ellos.

Dentro de la ***introducción-fundamentación*** solo se hará referencia a los principales sustentos que se analizan en la fundamentación teórica de la investigación y que son referentes importantes para la elaboración de la estrategia didáctica, elementos que se presentan a continuación.

La planificación curricular dentro del proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática

Todo proceso sistematizado requiere de una planificación, en este caso la enseñanza, de forma general, y la enseñanza de la Matemática en particular, como procesos sociales, no están ajenos a dicha caracterización. El proceso de enseñanza aprendizaje requiere de una previsión, realización y control de los diversos componentes que

intervienen en el mismo. Se entiende el currículo, como la plasmación de vivencias de enseñanza aprendizaje en los sujetos que intervienen en el proceso docente, por lo que se hace necesario caracterizar todos los procesos de planificación curricular desde una perspectiva global e integrada.

Entre las características fundamentales de la planificación curricular, se pueden señalar las siguientes:

- Es un proceso integral, ya que abarca estructuralmente a todos los niveles, elementos curriculares y sujetos que en ella intervienen.
- Es participativa, porque en su diseño y desarrollo intervienen los profesores y autoridades de una determinada institución educativa.
- Es permanente, porque no es un proceso ocasional, estático, sino continuo.
- Es flexible, porque se considera que el plan curricular no es algo rígido sino que debe posibilitar los cambios.
- Es un proceso con objetivos, tareas concretas según el nivel, modalidad y especialidad educativa de acuerdo a las necesidades de la institución.
- Tiene en cuenta las características de la realidad educativa en la cual se desarrollará el proceso educativo.
- Tiene como finalidad organizar de manera racional y coherente el proceso educativo.

Por lo que es necesario tener presente en la elaboración de la estrategia las bases conceptuales, teóricas y técnicas que sustentan la planificación curricular; en este sentido, la necesidad de analizar e integrar en forma dialéctica y multilateral los contenidos de la Matemática II y su implicación en la formación del Ingeniero Civil de la Uleam.

La interdisciplinariedad en la enseñanza de la Matemática

La interdisciplinariedad en la enseñanza universitaria (Apostel, 1975) abarca desde “una nueva relación entre el estudiante y el profesor” que implica “un profundo cambio en los hábitos de enseñanza” hasta la formación de los profesores en el trabajo interdisciplinario, “que deberá asociar estrechamente la teoría con la práctica, lo que contribuirá a crear nuevas estructuras, nuevos contenidos y nuevos métodos de enseñanza”.

Sin embargo, refiriéndose a su objeto de estudio plantea, que la interdisciplinariedad todavía no ha sido cimentada, y que solo un acercamiento bien pensado y riguroso podría ser capaz de superar el desconcierto que han suscitado algunos de los experimentos discutidos en las diferentes universidades sobre este asunto (Apostel, 1975), dificultad que sigue estando presente aún en nuestros días.

El autor en esta investigación, coincide con los planteamientos de Guy Berger que señala Apostel (1975) al referir que la perspectiva práctica de la interdisciplinariedad requiere que la gente aprenda a comunicarse, lo que supone una modificación total del profesor universitario que deberá estar dispuesto a ser algo más que un experto en una disciplina; alguien que además de enseñar, se convierta en un formador de sujetos o personalidades.

A tenor de la importancia del tema, en 1984 se realiza la Conferencia Internacional en la Universidad de Linkoping, en Suecia, en la que se señalaron un conjunto de problemas que estaban relacionados con la enseñanza interdisciplinaria, (Klein, 1985) entre ellos, plantea que la cooperación entre facultades, la comunicación y la toma de decisiones, los enfoques interdisciplinarios en el marco de la universidad tradicional y la sensibilidad para cambiar se mantienen como retos, aún al iniciar esta investigación.

Un trabajo más reciente acerca de la interdisciplinariedad en Matemática y ciencias (Hurley, 1999) se realizó por Marlene Hurley en el que examina la interdisciplinariedad en dos dimensiones:

- la dimensión filosófica
- la pedagógica,

En tal caso, si la dimensión filosófica demuestra la necesidad de profundizar en la interdisciplinariedad, mayor incidencia tienen en la dimensión pedagógica todos los elementos considerados, que ofrecen una visión del nuevo paradigma en la educación que tanto se discute actualmente en los diversos escenarios que tratan acerca de la Pedagogía y de las ciencias de la Educación, de forma tal de superar la mayoría de las críticas que se plantean hasta el momento a la enseñanza tradicional.

Con los elementos que se aportan se ratifica para el autor de esta tesis la actualidad del problema que se pretende resolver y la necesidad de abordarlo en la misma, pues la interdisciplinariedad tiene que pasar primero por la manera de pensar y de actuar de los

profesores, para servir de base a una estrategia para el perfeccionamiento de la planificación curricular de la Matemática en la carrera de Ingeniería Civil, con la intención de despejar un poco el camino en la solución de un problema, sin dudas complejo, en el que se ha trabajado en muchos países y universidades y se trabajará aún por mucho tiempo.

La interdisciplinariedad tiene en sí misma las potencialidades para propiciar en docentes y alumnos el enfoque a profundidad (Entwistle y Ramsden, 1983) con relación a los enfoques estratégico o superficial, por las posibilidades que la misma ofrece con relación a buscar y establecer conexiones con los conocimientos previos y experiencias personales, por lo que permite desarrollar al máximo estas potencialidades en aquellos sujetos que están involucrados en el perfeccionamiento de la planificación curricular y por el efecto que esta produce cuando es “trabajada” por el colectivo docentes y alumnos del año como movilizadora del cambio tanto del diseño curricular como de sus propias concepciones.

El aprendizaje significativo de la Matemática

Aunque son los constructivistas los que sacaron a la luz pública el término aprendizaje significativo, no se puede más que reconocer y señalar que, los orígenes de los términos significado y sentido, se deben a Vigotsky, con su interpretación del lenguaje y la cultura como herramientas para la construcción de significados, (Ojalvo y otros, 1997), lo cual abre sin dudas el espectro desde el enfoque Histórico-Cultural al aprendizaje significativo.

No obstante, el aprendizaje significativo, referido por Ausubel (1973), ocurre cuando la nueva información se relaciona de forma sustancial, no arbitrariamente, con algún símbolo, idea o concepto que el alumno ya sabe. Por relación sustancial y no arbitraria se entiende que las nuevas ideas relevantes y específicas ya existen en la estructura cognitiva del alumno. Este aprendizaje surge para superar el memorismo tradicional de las aulas y lograr un aprendizaje integrador, comprensivo y autónomo.

Por lo tanto, para que tenga lugar el aprendizaje significativo han de cumplirse dos condiciones (Aceituno y otros, 1998):

- Que el material a aprender sea sustancialmente significativo, es decir, potencialmente relacionable con ideas pertinentes de la estructura cognitiva del

estudiante.

- Que el estudiante manifieste disposición para relacionar sustancialmente el nuevo material con su estructura cognitiva.

Indudablemente estos aspectos centran su atención en el proceso del conocimiento, investigando qué se aprende, cómo se aprende y cómo actuar para producir aprendizajes significativos; pero el autor de esta investigación considera imprescindible incorporar en este análisis en la planificación curricular de la Matemática, de forma tal, que los estudiantes tengan la base necesaria para poder comprender los nuevos conceptos de la Matemática II; además, si el estudiante comprende la importancia de estos contenidos para su futura profesión, tendrá una mayor disposición para relacionarlos con los conocimientos que ya tenga.

Elementos del enfoque histórico cultural como sustentos de la planificación curricular de la Matemática II

El enfoque histórico cultural de Vigotsky parte de la tesis que expresa que las funciones psíquicas tienen un origen social. El hombre es un ser social, un producto de la sociedad y un sujeto de las relaciones sociales, por lo que dichas funciones nacen de las interacciones en el proceso de comunicación entre las personas.

Dicha teoría condujo a Vigotsky a plantear la estructura mediatizada de estas funciones. Si el origen de las formas superiores de la subjetividad se encuentra en las interacciones de las personas con el medio, estas actúan como mediadoras del proceso de conocimiento.

Además, dicho autor formuló la ley genética fundamental del desarrollo, donde define dos planos: el interpsicológico o externo y el intrapsicológico o interno; donde, desde el punto de vista de la Psicología del desarrollo, el primer plano expresa el desarrollo actual llamado también efectivo, mientras que el segundo expresa el desarrollo potencial, aquel al cual el sujeto puede acceder en un momento determinado. Y, desde el punto de vista pedagógico, el plano intrapsicológico representa lo que el sujeto puede realizar por sí mismo, y el interpsicológico se refiere al espacio en el cual el sujeto realiza las tareas con ayuda de otros, que de alguna manera las dominan mejor que él (Morenza y Terré, 1998).

Esta ley condujo a Vigotsky a la noción de Zona de Desarrollo Próximo, la cual se

define como la distancia que media entre los planos interpsicológico e intrapsicológico, entre lo que se puede considerar desarrollo efectivo de un sujeto y el de su desarrollo potencial. Es, según L. Morenza y O. Terré (1998), “la distancia entre el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la solución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración de un compañero más capaz” (p. 6).

Por lo que se hace necesario resaltar que el profesor debe considerar en la planificación curricular de la asignatura, dirigir su trabajo a la zona de desarrollo potencial de sus estudiantes, donde debe utilizar las mejores herramientas para favorecer el proceso de reconstrucción interna de la actividad externa, conocido como el mecanismo de interiorización o de la internalización; lo cual puede estar influenciado en la comunicación entre estudiantes, y entre estos con el profesor u otros actores del proceso, lo cual se logra también desde la planificación curricular.

Hasta aquí el primer aspecto de la estrategia didáctica, el resto se presentarán en los siguientes epígrafes, de acuerdo a la organización lógica de la investigación.

II.2 Presentación de la estrategia didáctica elaborada

Según la estructuración y organización asumida para la elaboración de la estrategia didáctica, el próximo aspecto a tratar sería el **diagnóstico**, no obstante, se considera que no es necesario repetirlo pues el mismo se presentó en el epígrafe I.3.

El **objetivo general** de la estrategia es desarrollar la planificación curricular de la Matemática II, sustentada en la articulación de sus contenidos en el perfil profesional de los estudiantes, de modo que favorezca el proceso de enseñanza aprendizaje de esta asignatura en la carrera de Ingeniería Civil de la Uleam.

El siguiente aspecto de la estrategia, la **planeación estratégica**, se considera fundamental, pues se definen las direcciones estratégicas que permiten la transformación que se desea en la planificación curricular de la Matemática II.

Las direcciones estratégicas constituyen los momentos esenciales para la planificación curricular, donde se establecen las principales acciones a desarrollar en dicho proceso.

En la estrategia didáctica que se propone se establecen las siguientes:

1. Estructura temática de la asignatura.
2. Relaciones entre contenidos.

3. Sistema didáctico de la asignatura.

La estructura temática de la asignatura, permite organizar los contenidos matemáticos que reciben los estudiantes en la carrera, dicha organización se efectúa en dos sentidos, el primero se enfoca en el número de asignaturas presentes en la malla curricular y el segundo, en la distribución lógica de los contenidos por cada una de las asignaturas anteriores.

Para realizar cambios dentro de la malla curricular, se deben aprovechar los procesos de rediseño curricular de la carrera ya que en él se perfecciona el currículo con todos sus componentes de acuerdo a los análisis curriculares que se realizan, así como la pertinencia y actualidad de dicha oferta académica, de acuerdo con el contexto social donde se desarrolla el proceso.

Aunque los profesores de Matemáticas no están implicados directamente en este proceso, son actores que pueden incidir en dichos cambios por medio de los coordinadores de carrera, la comisión académica y consejos de Facultad. Es por ello que en la presente dirección estratégica se centra el análisis en la estructuración y organización lógica de los contenidos de la asignatura, ya que en este sentido hay una participación directa de los profesores en el proceso.

Para determinar la estructura en que se organizarán los contenidos por asignatura, se debe partir de los requerimientos establecidos en el plan de estudio, fundamentación de la carrera, perfil del profesional y demás documentos de la carrera; esta concepción, además de determinar las unidades temáticas por asignatura, debe considerar el número de horas lectivas y las posibles estrategias didácticas para la formación completa de los conocimientos, habilidades y valores desde el punto de vista científico o profesional y de otras habilidades profesionales de carácter general necesarias a todo egresado universitario en una época y contexto histórico-cultural determinado.

Desde el punto de vista metodológico debe señalarse que este proceso lo ejecutan los profesores de las asignaturas dentro de la carrera y la información que se utiliza se obtiene de los documentos rectores de la carrera, la cual puede complementarse con el intercambio directo con profesores de las restantes disciplinas incluyendo a los miembros de la comisión académica.

Entre las **acciones** presentes en esta dirección, se tienen las siguientes:

- Estudiar los documentos rectores de la carrera: plan de estudio, fundamentación de la carrera, perfil profesional, entre otros.
- Valorar la ubicación de cada asignatura dentro de la malla curricular y su relación con el resto de las materias, en especial, con aquellas que tiene prerrequisitos o correquisitos.
- Realizar un análisis de la lógica interna de la Matemática, de su estructura temática y de los contenidos que ella encierra para revelar la forma en que estos se relacionan con la carrera en su conjunto.
- Analizar los contenidos presentes en cada una de las asignaturas de Matemática de la malla curricular, en busca de repeticiones u omisiones de contenidos.
- Determinar los conocimientos, habilidades y valores de cada uno de los contenidos analizados.

Una vez concluidas las acciones contentivas en esta dirección, se tendrá una distribución lógica y coherente de los contenidos que recibirán los estudiantes de la carrera, distribuidos en las diferentes unidades temáticas por cada una de las asignaturas de Matemática de la malla, lo cual posibilita el paso a la siguiente dirección estratégica, las **relaciones entre contenidos**.

En esta dirección, se precisan cuáles de las restantes asignaturas de la carrera, y en qué contenidos, se presentan los mayores vínculos con la materia objeto de análisis, en este caso con la Matemática II. Para ello, se parte de identificar todos los temas cuyos contenidos presentan posibilidades de articulación con los contenidos de las restantes asignaturas, los que aparecen referidos o mencionados, explícita o implícitamente en sus programas de enseñanza aprendizaje o sílabos.

Por articulación entre contenidos se entiende a *las relaciones entre los elementos del conocimiento, habilidades, hábitos, normas de conducta, sentimientos y valores comunes a cada una de las asignaturas del currículo que se pueden desarrollar como transversales de estas*.

Se asumen los aportes de M. Escalona (2007), cuando plantea que se pueden establecer relaciones de coordinación, subordinación y complementación entre los contenidos de las asignaturas de un área determinada.

Relaciones de coordinación: Se establecen entre aquellos contenidos que se abordan

en las asignaturas de una determinada área por separado, a los cuales se les puede dar igual tratamiento.

Por ejemplo, las mediciones, dimensiones y sus propiedades y las magnitudes principales del universo que se abordan en la Física con el trabajo algebraico, Sistema Internacional de Unidades, despejo en fórmulas y cálculo numérico tratados en la Matemática.

También existe un grupo de habilidades que les son comunes y que se pueden desarrollar, entre ellas se pueden señalar: observar, interpretar gráficos, modelar situaciones físicas o matemáticas, explicar, demostrar, comprender y resolver problemas y calcular, entre otras.

Relaciones de subordinación: Se instauran cuando para el desarrollo de los contenidos de una asignatura se utilizan los contenidos de las otras.

Se deben aprovechar estas relaciones para el estudio de fenómenos y procesos de la ingeniería a través del establecimiento de hipótesis matemáticas que conlleven al estudio de modelos matemáticos, es decir, mediante la actividad experimental obtener una expresión matemática que exprese el comportamiento del fenómeno, lo cual permite a su vez, fortalecer el trabajo con los procedimientos matemáticos.

Por ejemplo, en la asignatura Estructuras, cuando una viga está apoyada con una carga concentrada, se necesitan los contenidos de la Matemática, en especial, de la integral definida para identificar cuando se deforma o cuando se le aplica un peso.

Además, a partir de la aplicación de conceptos, relaciones y procedimientos matemáticos se podrán comprender mejor las nuevas propiedades y relaciones de los contenidos de otras asignaturas del perfil profesional de los estudiantes.

Relaciones de complementación: Se establecen entre aquellos contenidos de dos o más asignaturas dentro de la malla curricular, que se necesitan utilizar para comprender o resolver una situación determinada de la ingeniería civil o la vida real.

Además, en la producción de nuevos conocimientos, cuando a partir de una situación o fenómeno de la ingeniería se realiza un tratamiento matemático para llegar a un nuevo conocimiento, o cuando para explicar determinado hecho o fenómeno de las ciencias técnicas se necesita de un nuevo conocimiento matemático.

Por ejemplo: En la resolución de problemas de la profesión, donde se necesiten los

conocimientos tanto físicos, matemáticos como de las asignaturas profesionales para encontrar su solución.

Atendiendo a los objetivos y alcance de la presente investigación, solo se considerarán las dos primeras relaciones, ya que la tercera, aunque es posible, sería más factible utilizarla cuando los estudiantes cursen los últimos niveles de la carrera.

Por lo tanto, para revelar, identificar y clasificar los posibles temas con mayores potencialidades para la articulación de sus contenidos se debe partir de la estructura que se establece en la dirección anterior y determinar, cuáles de los tipos de relaciones anteriores se pueden establecer entre los contenidos de la Matemática y las demás asignaturas, lo cual puede hacerse siguiendo las **acciones** que se presentan a continuación:

- Precisar los objetivos, conocimientos, habilidades y valores de cada unidad temática de la Matemática II, así como sus logros de aprendizaje.
- En cada unidad temática analizar los objetivos, sistema de conocimientos, sistema de habilidades y valores de cada una de las asignaturas del plan de estudio de la carrera.
- Determinar las relaciones de coordinación y subordinación existente entre los contenidos, considerando además, si ya los recibieron, los recibirán en el mismo período o en semestres posteriores.
- Complementar la información obtenida en la acción anterior mediante encuestas y entrevistas a docentes de experiencia en la impartición de la Matemática y demás asignaturas del plan de estudio, así como a estudiantes de los últimos niveles, egresados y graduados con experiencia en la profesión.
- Desarrollar seminarios, grupos de trabajo o grupos de discusión, por vías presenciales o electrónicas con docentes de las distintas asignaturas de universidades del país o la región con el objetivo de obtener otros criterios y sugerencias respecto a la relación entre los contenidos que se pretende articular y el modo de hacerlo.
- Establecer las relaciones de coordinación y subordinación que se van a trabajar en la asignatura.

Las acciones previstas en esta dirección tienen una incidencia directa en la metodología

a utilizar en la enseñanza de dichos contenidos en las diferentes asignaturas, debido a incompatibilidades o solapes que pueden provocar dichas relaciones en el proceso, por lo que se necesita profundizar en el **sistema didáctico de la asignatura** en cuestión y sugerir cambios en las demás asignaturas, lo cual se constituye en la última dirección de la estrategia didáctica propuesta.

Esta dirección permite desde la didáctica de la asignatura, establecer los principales lineamientos para desarrollar las relaciones de coordinación y subordinación determinadas en las acciones anteriores, y con ello, lograr la articulación entre los contenidos de la Matemática II con el resto de las asignaturas y así perfeccionar la planificación curricular de esta materia.

Las **acciones** contentivas en esta dirección son las siguientes:

- Elaborar los objetivos, generales y específicos (logros de aprendizaje) para cada unidad temática de la Matemática II considerando las relaciones entre los contenidos que se establecieron en la dirección anterior y atendiendo a la derivación gradual de los objetivos del plan de estudio y la asignatura.
- Determinar los conocimientos, habilidades y aptitudes o valores presentes en cada unidad temática de la Matemática II considerando las relaciones de coordinación y subordinación establecidas.
- Analizar los métodos, medios y formas de organizar el proceso por cada unidad temática, de forma tal que se propicie el desarrollo de las relaciones de coordinación y subordinación presente en dichos contenidos.
- Precisar el sistema de evaluación por cada unidad temática, priorizando las sistemáticas, considerando los niveles de asimilación del contenido de acuerdo a las relaciones establecidas entre estos y con los de las demás asignaturas.
- Identificar posibles deficiencias que presenten los alumnos en cuanto a la adquisición y desarrollo de los conocimientos, las habilidades y valores previstos y analizar los cambios que deben producirse en los demás elementos del sistema didáctico, teniendo en cuenta las nuevas posibilidades creadas para adecuar los mismos dentro de la asignatura.
- Revisar la bibliografía básica y complementaria, en busca de su ampliación y actualización de acuerdo a las transformaciones desarrolladas en las acciones

anteriores.

Se deben considerar además, algunas precisiones a realizar en las asignaturas involucradas en el proceso, las cuales contribuirán al desarrollo exitoso del proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática II y al perfeccionamiento del diseño curricular de las mismas. Entre ellas se tienen las siguientes:

- Socializar las transformaciones y propuestas realizadas en la asignatura y sus posibles implicaciones en las demás asignaturas.
- Explicar las relaciones de coordinación y subordinación determinadas entre los contenidos de la Matemática con los de las demás asignaturas de la malla curricular, y las posibles acciones para el perfeccionamiento de su proceso de enseñanza aprendizaje.
- Precisar las transformaciones realizadas al sistema didáctico de la asignatura, así como los problemas detectados que trascienden a la planificación curricular de las demás asignaturas del plan de estudio de la carrera.

Hasta aquí se describen los elementos esenciales de la planeación estratégica, donde se han previstos las acciones a desarrollar para el logro de la planificación curricular de la Matemática II en la carrera de Ingeniería Civil de la Uleam, solo resta llevar a cabo dicho proceso, lo cual se concreta con el siguiente aspecto de la estrategia, ***la instrumentación.***

Como su nombre lo indica, en el presente aspecto se lleva a la práctica todo lo previsto en el anterior, por lo que se explicará, de forma sintética, cómo se llevará a cabo este proceso, durante qué tiempo y quiénes serán los responsables de su ejecución y los participantes del mismo. Dicho proceso se realizará en el período comprendido entre cada semestre académico de cada curso escolar, según calendario académico de la Uleam.

Los responsables serán los profesores de la asignatura en cada período académico, y como participantes estarán los demás profesores de las asignaturas, tanto de Matemática como del resto de materias que sus contenidos tienen relaciones de coordinación y subordinación; así como los miembros de la comisión académica, estudiantes de otros semestres que hayan cursado dicha materia, y los estudiantes que la recibirán en el próximo semestre, una vez que se realice la socialización del sílabo

correspondiente.

Para ejecutar este proceso, se debe partir del análisis de los sustentos que se asumieron para la planeación estratégica, centrar la atención en los temas del diseño curricular, la interdisciplinariedad y los presupuestos psicológicos del aprendizaje: enfoque histórico cultural y aprendizaje significativo.

Luego se deben seguir las acciones descritas en la planeación estratégica, teniendo presente el objetivo central de la estrategia, que no es más que perfeccionar la planificación curricular de la Matemática II, de acuerdo a la articulación de sus contenidos con las demás materias de la malla curricular en la carrera Ingeniería Civil, de la Uleam.

Posterior a su primera ejecución, en donde se realiza la transformación a la planificación curricular, en las restantes ocasiones solo se realizarán reajustes de la misma de acuerdo a los resultados que se vayan alcanzando en su ejecución.

Los resultados que se logren con dicha instrumentación constituyen parte importante del último aspecto de la estrategia didáctica, referido al **rediseño de la planificación estratégica**, a partir de desarrollar la dinámica de la interdisciplinariedad a través de las relaciones de los contenidos de la Matemáticas II con las demás materias, con toda la información obtenida y procesada para cada una de las relaciones es necesario regresar al punto de partida en un proceso que se produce en espiral y que regresa con un nivel superior de desarrollo para analizar nuevamente la lógica de la Matemáticas II teniendo en cuenta ahora la lógica de la carrera que ha sido ratificada al trabajar la relación de los contenidos.

De esta forma se regresa a perfeccionar la planificación estratégica a partir de las cuales se inició la aplicación de la estrategia y se consideran las afectaciones que las mismas producen en todas las categorías del sistema didáctico de las asignaturas de la carrera y de la Matemáticas II.

Esto permite, entre otros aspectos, proponer una bibliografía actualizada que se adecue lo más posible a las necesidades de la Matemática II y de la carrera, incluyendo la bibliografía complementaria de la misma, así como incluir en las orientaciones metodológicas de las asignaturas las indicaciones necesarias para llevar a la práctica la interdisciplinariedad, haciendo referencia a las componentes del sistema didáctico.

Las propuestas de rediseño de la Matemáticas II deben ser discutidas y aprobadas por la Comisión Académica de la carrera, de forma tal que sean discutidas por los propios profesores que las van a implementar en la práctica, y luego de la debida retroalimentación y evaluación, las mismas trascienden como propuestas al programa de la disciplina en el Plan de estudio de la carrera.

De esta forma la estrategia didáctica que se propone no concibe un perfeccionamiento del diseño curricular impuesto desde afuera, que no comprometa a los profesores, y para los que, como principales ejecutores del programa no se encuentren debidamente preparados, ni hayan interiorizado las transformaciones que se plantean, sino todo lo contrario.

Para una mejor comprensión de la estrategia didáctica, a continuación se presentan algunos de los resultados que se alcanzaron en la planificación curricular de la Matemática II, luego de una breve instrumentación en la práctica educativa, en particular, de algunas acciones concebidas en las direcciones estratégicas.

II.2.1 Resultados parciales de la instrumentación de la estrategia didáctica

La planificación curricular de la Matemática II, comprende el conocimiento y estudio de los métodos y técnicas del cálculo diferencial e integral, hecho que no debe verse aislado de las ciencias técnicas en general, y de la Ingeniería Civil en particular; por lo que debe abarcar además la aplicación del mismo, en el cálculo de áreas, volúmenes de sólidos, longitud de arco, superficies de revolución, centros de gravedad de áreas y sólidos, momentos de inercia y presión hidrostática, entre otros.

En el caso de la Ingeniería Civil, a través de esos conocimientos se contribuye a dar solución a diferentes problemáticas del campo de acción de estos ingenieros, como por ejemplo:

- Cuando una viga está apoyada con una carga concentrada, es necesario el cálculo integral definida para identificar cuando se deforma o cuando se le aplica un peso.
- Para determinar la masa de un cuerpo (centro de gravedad), de tal forma que se afirma que este es el punto de equilibrio. Las integrales definidas sirven para encontrar el punto exacto donde se encuentra el centro de gravedad.
- Para la construcción de un muro y que este sea resistente al peso del agua se

utiliza el cálculo integral para determinar el volumen del área que forma la represa, ya que para que el muro resista toda la cantidad de agua se requiere que su base sea ancha y vaya disminuyendo su espesor en la medida que va llegando a la superficie.

- Para obtener el volumen de ciertos tipos de sólidos, como es el caso de la pirámide, se emplea el cálculo de área de una región plana, utilizando la definición de integral definida

No obstante, para lograr que en el proceso de enseñanza aprendizaje se evidencien tales situaciones se precisa perfeccionar el diseño curricular de sus asignaturas, tal como se ha hecho con la Matemática II, cuyos resultados fundamentales, al aplicar la estrategia elaborada, se detallan a continuación.

En la carrera de Ingeniería Civil de la Uleam, se imparte Matemática I, II y III; las tres materias que abarcan todos los contenidos de esta ciencia, y que son necesarios para la formación de estos profesionales. El análisis realizado, al instrumentar la estrategia didáctica, permitió realizar los siguientes cambios en la **estructura temática de la asignatura**, los cuales fueron:

- Pasar la Unidad Temática “Técnica de Integración” de la Matemática II para la Matemática I.
- Introducir la Unidad Temática “Cálculo diferencial de funciones de N variables (derivadas parciales)” en la Matemáticas II.
- También se amplió y actualizó la bibliografía básica y complementaria, en este caso el texto básico a utilizar en Matemática II es Cálculo con Geometría Analítica, 3ra edición. Grupo Editorial Iberoamérica s.a. de c.v., Earl W. Swokowski, 2010.

Luego de estos cambios se procedió a revisar las **relaciones entre contenidos** de la Matemática II con los de las diferentes asignaturas que reciben los estudiantes en su formación; se parte de la Unidad Temática y se buscan las relaciones más significativas con el resto de las asignaturas, con los cuales se pueden establecer las relaciones de coordinación y/o subordinación antes señaladas. A continuación se muestran los principales contenidos que se pueden relacionar:

Unidad Temática de la Matemática II	Contenido de otras asignaturas
Técnicas de integración	Estática de fluidos (Estática, 2do Sem.)
	Dinámica del movimiento circular y fuerza centrífuga (Dinámica, 3er Sem.)
	Torsión de barras; Flexión asimétrica; Tensiones combinadas; Columnas con diversos tipos de sujeción en sus extremos; Flexión elasto-plástico y Torsión de una barra de sección circular. (Resistencia de Materiales I y II, 2do y 3er Sem.)
	Estática de los fluidos (Hidráulica, 5to Sem.)
La integral definida y sus aplicaciones	Vigas isostáticas: fuerza interna, axial y cortante; Cables, longitud de arco; Centroides, centro de gravedad y centro de masa; Momentos de inercia (Estática, 2do Sem.)
	Tracción y compresión; Esfuerzo y deformación; Deformaciones angulares y en sección transversal; (Resistencia de Materiales II, 3er Sem.)
	Momentos de inercia; Trabajo realizado por una fuerza; Teorema de Maxwell – Betti (Estructuras I y II, 4to y 5to Sem.)
	Presión en fluidos incomprensibles (Hidráulica, 5to Sem.)
Cálculo diferencial de funciones de n variables	Ley de Hooke; Tensor de deformaciones (Resistencia de Materiales I y II, 2do y 3er Sem.)

Entre las transformaciones alcanzadas en el **sistema didáctico de las asignaturas**, obtenidas con la transformación del sílabo (anexo 4), se tienen las siguientes:

- Se elaboraron los objetivos generales de cada unidad temática de la Matemática

II, los cuales elevaron el alcance de los mismos al considerar las relaciones con las materias Estática, Dinámica, Resistencia de Materiales, Estructuras e Hidráulica.

- El sistema de conocimientos se actualizó atendiendo a los cambios desarrollados en la estructura curricular y las relaciones de contenidos.
- Se priorizó el desarrollo de habilidades generales matemáticas y su contextualización de las demás asignaturas, y se concibió trabajar desde el propio contenido las estrategias para resolver problemas matemáticos aplicados a los fenómenos y procesos de la Ingeniería Civil.
- Se enriquecieron las aptitudes y valores presentes en cada unidad temática, ya que se conocieron los aportes de los conocimientos y habilidades en la vida profesional de estos ingenieros.
- Se priorizaron los métodos problémicos y de elaboración conjunta, al introducir los nuevos contenidos con situaciones profesionales de las asignaturas de la especialidad que se relacionan con la Matemática II.
- Se aumentó significativamente la cantidad de actividades en las que predomina el trabajo independiente de los estudiantes, tanto individual como grupal, en la que tienen un gran peso los seminarios y talleres.
- Se le dio mayor peso a las evaluaciones sistemáticas y el trabajo autónomo del estudiante, considerando el 40% a la evaluación parcial, según lo establece el vicerrectorado académico.
- Se evidenció la influencia del sistema didáctico concebido en la disposición de los estudiantes de establecer, por todas las vías posibles, las conexiones e interrelaciones entre los contenidos, de forma tal de lograr aprendizajes con un enfoque de profundidad; lo cual sentó las bases, desde la planificación curricular, para lograr aprendizajes de una mayor amplitud y calidad que dejan huellas con un significado y un sentido personal y profesional de lo aprendido.

Como se puede apreciar, los resultados evidencian un salto cualitativo en la planificación curricular de la Matemática II en la carrera Ingeniería Civil de la Uleam; por lo que se considera que la estrategia didáctica incide en el perfeccionamiento del proceso de enseñanza aprendizaje, no obstante a ello en el siguiente epígrafe se

muestran más evidencias al respecto.

II.3 Análisis de la factibilidad de la estrategia didáctica elaborada a través del criterio de expertos

La aplicación del criterio de expertos, tema central del presente epígrafe, consiste en la aplicación de algunos instrumentos a un grupo de profesionales de vasta experiencia y conocimientos sobre la temática que se investiga considerados como expertos; donde se les presenta a los seleccionados del anterior grupo, los principales aspectos de la propuesta realizada en la investigación y se obtienen valiosas informaciones sobre la misma y su posible aplicación partir a de la valoración de los siguientes indicadores: Capacidad de análisis, comprensión del problema, amplitud de enfoques, conocimiento del estado actual del problema, nivel de motivación por resolver el problema, experiencia en el desarrollo de investigaciones teóricas y experiencia de orden empírico (práctica profesional).

En este caso, se considerarán como expertos, aquellos profesores de Matemática con experiencia en la Educación Superior, en carreras de Ciencias Técnicas en general, y de la Ingeniería Civil en particular; que obtengan los mayores puntajes en el proceso de selección, como se explica a continuación.

La utilización de este método tiene dos momentos fundamentales: la selección de los expertos y la consulta. Para el primer momento se logró contactar a un grupo de 35 profesionales, los cuales son docentes de Matemática en universidades de Ecuador y Cuba; con varios años de experiencia en la enseñanza de esta materia en carreras de ingeniería, a los cuales se les aplicó una encuesta (anexo 5) para seleccionar los más capacitados en la temática investigada.

La tabulación de los resultados de dicha encuesta permitió escoger 30 de los 35 profesionales encuestados por el nivel de competencia obtenido, según se muestra en la (anexo 6); además de considerar su experiencia y nivel científico, y el nivel de competencia obtenida (anexo 6.a). Coeficiente de competencia superior a 0,8 (Alto).

Como dato adicional, se puede plantear que, entre los expertos seleccionados, el 100% tienen título de cuarto nivel, catorce son doctores y dieciséis magister; en todos los casos, en especialidades relacionadas con la Matemática y su enseñanza.

A estos expertos, se les pidió realizar una evaluación de la estrategia didáctica

elaborada, como parte del segundo momento en la aplicación del método a través de un instrumento (anexo 7), el cual se centra en la estructura de la misma y su pertinencia y posible efectividad, así como le da la oportunidad de emitir otros criterios relacionados con el perfeccionamiento de la propuesta realizada.

Una vez estudiada la estrategia didáctica, los expertos debían otorgar una categoría a cada uno de los aspectos puestos a su consideración; las categorías evaluativas utilizadas fueron: muy adecuado (MA), bastante adecuado (BA), adecuado (A), poco adecuado (PA) e inadecuado (I). Es de señalar que este proceso se puede realizar en varias rondas, hasta lograr el mayor consenso entre los expertos, en el presente caso, se logró dicho consenso luego de la segunda ronda; no obstante, para ello se tuvo que modificar algunos elementos de la estrategia, según lo recomendaron los evaluadores en la primer ronda.

Entre las sugerencias ofrecidas por los expertos, y que contribuyeron con el perfeccionamiento de la estrategia didáctica, se tienen los siguientes:

- Valorar la posibilidad de incluir dentro de la estrategia algunos los referentes teóricos o fundamentos esenciales en que se sustenta la misma.
- Considerar, dentro de las direcciones estratégicas, algunas acciones o recomendaciones a los docentes de las asignaturas que presentan las mayores relaciones con los contenidos de la Matemática II.
- Mostrar, dentro lo posible, algunas de las ventajas y/o modificaciones logradas con la estrategia didáctica, en cuanto a la planificación curricular de la Matemática II en la carrera de Ingeniería Civil de la Uleam.

Los aspectos anteriores, como se comentó, posibilitaron perfeccionar los resultados de la investigación, lo cual se evidenció luego de la realización de la segunda ronda, según se recomienda en este método; ya que la totalidad de los aspectos puestos a consideración de los expertos (anexo 8), obtuvieron una puntuación que los ubica en la categoría de Muy Adecuados, según se muestra en el análisis estadístico realizado (anexo 9).

Como conclusión de la aplicación de este método, se puede afirmar que la estrategia didáctica elaborada, es factible de utilizarse en la carrera de Ingeniería Civil de la

Uleam; además de que la misma perfecciona la planificación curricular de la Matemática II, y con ello se favorece el proceso de enseñanza aprendizaje de esta asignatura en dicha carrera.

CONCLUSIONES

El estudio que se realiza a través de la investigación, sobre la articulación de los contenidos matemáticos en la planificación curricular de la Matemática II para la carrera de Ingeniería Civil de la Uleam, permite arribar a las siguientes conclusiones:

- En el estudio de los antecedentes del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática en las universidades, se evidencia que existen investigaciones que aportan resultados valiosos de la importancia de esta asignatura en su contribución a la formación de ingenieros, sin embargo, están carentes de una propuesta que articule los contenidos de la Matemática II a través de la planificación curricular en la carrera de Ingeniería Civil.
- La planificación curricular de la Matemática II en la carrera de Ingeniería Civil, aunque se fundamenta en el enfoque histórico-cultural, la interdisciplinariedad y el aprendizaje significativo, carece de una fundamentación teórica para lograr la articulación de los contenidos de la Matemática en esta carrera.
- La planificación curricular de la Matemática II en la carrera de Ingeniería Civil de la Uleam no hace un aporte significativo hacia la formación de estos profesionales, ya que sus contenidos no se articulan a la modelación matemática de situaciones reales y su acoplamiento en interés de la profesión, lo cual conlleva al insuficiente aprendizaje del estudiante.
- La estrategia didáctica para la planificación de la Matemática II, en cuyas direcciones se logra la articulación de los contenidos de esta materia con el resto de las asignaturas de la malla curricular, donde además se precisan las transformaciones en el sistema didáctico de esta asignatura, favorece el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura en la carrera Ingeniería Civil de la Uleam.
- La valoración de muy adecuada que se obtuvo por el criterio de expertos evidencia que se contribuye al perfeccionamiento de la planificación curricular de la Matemática II para la carrera de Ingeniería Civil, con lo cual se favorece el proceso de enseñanza aprendizaje de esta asignatura en dicha carrera.

RECOMENDACIONES

- Profundizar en el estudio de contenidos matemáticos afines a varias asignaturas de la malla curricular de la carrera de Ingeniería Civil, como componente fundamental para revelar nuevas relaciones y proyectar la articulación de nodos interdisciplinarios esenciales en la formación de estos profesionales.
- Valorar la posibilidad de perfeccionar la estrategia didáctica elaborada, mediante su aplicación y/o contextualización en otras asignaturas de esta carrera o de otras afines a las Ciencias Técnicas.
- Divulgar los resultados investigativos a través de eventos científicos y publicaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Aceituno, J. A. y otros. (1998). Interés, conocimientos, recursos y limitaciones de los estudiantes de medicina en la investigación científica. *Gac.med. Caracas*. 106(1), pp. 6-40.
- Addine, F., y otros. (2000). *Diseño curricular*. Ciudad de La Habana, IPLAC.
- Álvarez de Zayas, R. M. (1995). *Didáctica y currículum del docente*. Habana: Ediciones CIFPOE-Varona.
- Apostel, L. y otros (1975) *Interdisciplinariedad. Problemas de la enseñanza y de la investigación en las universidades*. Asociación Nacional de universidades e Institutos de Enseñanza Superior, México.
- Arana, M. (2006). Los valores en la formación profesional. *Tabula rasa* (4), pp. 323-326.
- Ausubel, D. P. (1968). *The Psychology of Meaningful Learning; an Introduction to School Learning*. Grune and Stratton.
- Ausubel, D. P. (1973). Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento. Elam, S. (Comp.) *La educación y la estructura del conocimiento. Investigaciones sobre el proceso de aprendizaje y la naturaleza de las disciplinas que integran el currículum*. Ed. El Ateneo. Buenos Aires, pp, 211, 239.
- Bacale, A. N. (2014). *Fundamentos de matemáticas financieras*. Atlantic International University.
- Barriga, A. C. (2011). *Planificación curricular I*. Publicaciones UTE. Quito – Ecuador.
- Brito, M. y otros (2011). Papel de la modelación matemática en la formación de los ingenieros. En revista *Ingeniería Mecánica*. Vol. 14. No. 2, mayo-agosto, 2011, pp. 129-139.
- Bruner, J. (1999). Citado en: El sujeto grupal en la actividad de aprendizaje: Una propuesta teórica. Castellanos, A. V. Tesis doctoral, CEPES–UH.
- Calderón, R. M. (1997) *La enseñanza del Cálculo Integral. Una alternativa basada en el Enfoque Histórico-cultural y de la Actividad*. Tesis de Doctor en ciencias Pedagógicas. CEPES-UH.
- Camarena, P. (2010). *La modelación matemática en la formación del ingeniero*. Recuperado de <http://webcache.googleusercontent.com/search>
- Castañeda, A. E. (1993). Principios metodológicos y experiencias obtenidas en el perfeccionamiento de planes y programas de estudios de Ingeniería en la República de Cuba y su aplicación a la Carrera de Ingeniería Civil. ISPJAE, Ciudad de la Habana.
- Castañeda, A. E. (1997). *Currículum: teoría, diseño, evaluación*. Maestría en Docencia Universitaria. Universidad Nacional de Misiones, Argentina.
- Castañeda, A. E. (1998). *Enfoque Sistémico del diseño curricular. Síntesis metodológica*. Conferencia sobre diseño curricular del II Taller IGLU-Caribe. Universidad Simón Bolívar, Venezuela.
- Castañeda, A. E. (2000) *Aspectos Conceptuales Básicos vinculados al Currículum y al diseño curricular, Curso de diseño curricular y Nuevas Tecnologías al comienzo del Nuevo Milenio*, ISPJAE.
- Castro, N. *La relación entre las asignaturas en la enseñanza de la Matemática superior para los ingenieros militares*. Resumen de la tesis de Dr. en ciencias Pedagógicas, La Habana, 1989.
- Covarrubias, J (1998). Tres documentos sobre la formación de ingenieros. *Revista*

- Ingenierías I(1), pp. 5-9.
- Coll, C. (1990). Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento. Paidós, México.
- Cruz, C. (2010). La enseñanza de la modelación matemática en ingeniería. Revista de la Facultad de Ingeniería U.C.V., Vol. 25, N° 3, pp. 39–46.
- Curbeira, D.; Bravo, M. y Bravo, G. (2013) Formación de una habilidad profesional desde el tratamiento de los conceptos del cálculo integral en el primer año de ingeniería industrial. En revista Pedagogía Universitaria. Vol. XVIII. No. 3. Cuba.
- Damiano, E. (1977). Afectividad e interdisciplinaridad. En Scurati y Damiano: Interdisciplinaridad y didáctica. Ed. Adara, La Coruña.
- De Armas, N. y otros (2003). Caracterización y diseño de los resultados científicos como aporte de la investigación educativa. Evento Internacional Pedagogía.
- De Guzman, M. (1994). Tendencias Innovadoras de Educación Matemática. Notas la JAEM.
- Díaz, F. (2005). Curriculum Research and Development in Mexico: The Presidential Address, 2004. Journal of the American Association for the Advancement of Curriculum Studies, volume 1, hosted by The University of Wisconsin-Stout. Recuperado <http://www.uwstout.edu/soe/jaaacs/vol1/diaz.html>
- Díaz Barriga, A. (1991). Ensayos sobre la problemática curricular. Editorial Trillas, México.
- Entwistle, N. y Ramsden, P. (1983). Understanding Student Learning. Routledge Revicals.
- Echazarreta, D.R. y Haudemand, R.E. (2009). Resolución de problemas integradores en la enseñanza de la Física para estudiantes de Ingeniería Civil. Revista Formación universitaria. Vol. 2 No. 6.
- Escalona, M. (2007). El uso de recursos informáticos para favorecer la integración de contenidos en el área de Ciencias Exactas del preuniversitario. Tesis doctoral. Holguín. Cuba.
- Fernández, A. G. (s/f). El diseño curricular. La práctica curricular y la evaluación curricular. Adaptaciones de propuestas de varios autores.
- Fernández de Alaiza, B. (1994). La articulación interdisciplinaria en la enseñanza de la Matemática para ingenieros. I Taller sobre la enseñanza de la Matemática para ingeniería y arquitectura, VIII Conferencia Científica del ISPJAE.
- Fernández de Alaiza, B. (1998). La Investigación-acción en el perfeccionamiento curricular para la Educación Superior. Memorias del III Taller Internacional sobre la enseñanza de la Matemática para Ingeniería y Arquitectura, ISPJAE.
- Fernández de Alaiza, B. (2000). La interdisciplinariedad como base de una estrategia para el perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera de ciencias técnicas y su aplicación a la Ingeniería en Automática en la República de Cuba. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Ciudad de la Habana.
- Fernández de Alaiza, B. (2000). El enfoque sistémico versus investigación-acción en una estrategia de diseño curricular. En: Acta Latinoamericana de Matemática Educativa. Vol. 13, Grupo Editorial Iberoamérica, México.
- Fernández Y. y Domínguez, L. C. (2010): "La matemática en la contabilidad" en Contribuciones a la Economía, agosto 2010, en <http://www.eumed.net/ce/2010b/>
- Fernández, A. y Sarramona, J. (1987). Interdisciplinaridad En: Didáctica y Tecnología de la Educación. Diccionario ciencias de la Educación. Ediciones Anaya, pp. 257-261.

- Gamboa, M. I. C. H. E. L. (2007). El diseño de unidades didácticas contextualizadas para la enseñanza de la Matemática en la Educación Secundaria Básica. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Las Tunas.
- García, J. A. (2013). La problemática de la enseñanza y el aprendizaje del cálculo para ingeniería. *Revista Educación* 37(1), 29-42, ISSN: 2215-2644.
- García, J. (1984). Interdisciplinariedad y ciencias de la Educación En: *Teoría de la Educación. Diccionario de ciencias de la Educación*. Ediciones Anaya, pp. 97-98.
- González, M. (1994). *Modelo de investigación en la acción*. Centro de perfeccionamiento para la Educación Superior (CEPES).
- Hurley, M. (1999). *Interdisciplinary Mathematics and Science: Characteristics, forms, and related effect sizes for student achievement and affective outcomes*. A Dissertation in Partial Fulfillment of requirements for the Degree of Doctor of Philosophy. School of Education, University of Albany, New York.
- Jacobs, H. H. (1989). The growing need for interdisciplinary currículum content. En *Interdisciplinary Curriculum Design and Implementation* (pp 1-12). Jacobs (Eds.), Association for Supervision and Curriculum Development, Alexandria, VA.
- Klein, J. T. (1985). The interdisciplinary concept: Past, present, and future. En *Interdisciplinarity Revisited re-Assessing the Concept in the Light of Institutional Experience*. Pp (104-122). L. Levin y I. Lind (Eds.). OECD/CERI, Linkoping, Suecia.
- Lazo, L., y Castaño, R. (2001). *La investigación curricular en las carreras de formación de profesionales técnicos: un enfoque sistémico*. ISPETP, Ciudad de La Habana.
- LOES, (2010) *Ley Orgánica de Educación Superior*. Consejo de Educación Superior de Ecuador. Consultado 14 de abril de 2016: <http://educacionsuperiorecuador2011.blogspot.com/2011/12/loes-ley-organida-educacion-superior.html>
- Márquez, A., (2000). *Un modelo del proceso pedagógico y un sistema de estrategias metodológicas para el desarrollo de la excelencia y la creatividad*. Santiago de Cuba Instituto pedagógico Frank País.
- Martínez, A. y Hernández, G. (2011). *Un currículum alternativo basado en competencias para ingeniería en sistemas*. Quito-Ecuador. CLEI p. 20.
- Miranda, M. (1979). Interdisciplinariedad de los Estudios Latinoamericanos.14 *Revista de la Asociación Nacional de universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES)*, No. 28, México. Recuperado de: <http://www.anuiem.mx/anuiem>.
- Morales, Y.; Bravo, M.L y Cañedo, C. (2010) *La enseñanza de la matemática en ingeniería mecánica para el desarrollo de habilidades*. En *revista Pedagogía Universitaria*. Vol. XVIII No. 4. La Habana, Cuba.
- Morenza, L. (1996). *Los niños con dificultades en el aprendizaje. Diseño y utilización de ayudas*. Educa, Lima.
- Morenza, L., y Terré, O. (1998). *Escuela histórico-cultural*. *Revista Educación*, 93, pp. 2-11.
- Méndez, F. (1998). Interdisciplinariedad y multidisciplinariedad en salud mental. *Revista de la Asociación Española de Neurocirugía (AEN)*, No. 65.
- Nápoles, N. y otros, (2007). *La investigación científica y el aprendizaje social para la producción de conocimientos en la formación del ingeniero civil*. *Revista Ingeniería*, vol. 11, núm. 2, mayo-agosto, pp. 39-46. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, México.
- Novak, J. (1988). *El papel fundamental de la teoría del aprendizaje en una teoría de la*

- educación. Teoría y práctica de la educación. Alianza, Madrid.
- Ojalvo, V. y otros. (1997). Concepción de la Enseñanza Aprendizaje y organización docente para la formación de valores en estudiantes universitarios. Diseño de investigación.
- Pampliega, A. Citado en: El sujeto grupal en la actividad de aprendizaje: Una propuesta teórica. Castellanos A. V. Tesis doctoral, Centro de perfeccionamiento de la Educación Superior-universidad de la Habana, 1999.
- Pérez, G. (1989). Metodología para la articulación de dos asignaturas. ISPJAE.
- Pérez, G. (1996). Un diseño didáctico para la enseñanza de la Matemática I basado en el Enfoque Histórico-cultural y Cognitivista. Tesis de Maestría en ciencias de la Educación Superior. CEPES.
- Rodríguez, A. (1985). Consideraciones metodológicas sobre el principio de la relación intermateria a través de los nexos de concepto. Revista Cubana de Educación Superior. Vol. 5, No.1.
- Rodríguez H., T. (1991). Enfoque Sistémico en la dirección de la asimilación de los conceptos básicos de la disciplina Matemática Superior. Tesis de Doctor en ciencias Pedagógicas.
- Rodríguez H., T. y otros. (1997). Un diseño curricular sistémico. Momentos de su expresión didáctica. Pedagogía' 97, PED-8, Centro Nacional de Documentación e Información del MINED, La Habana.
- Rodríguez, N. (2004). Criterios para el análisis del diseño curricular. En Sandra Castañeda (Comp.) Educación Aprendizaje y cognición. Teoría en la práctica_(pp. 107- 122). México: Edit. El Manual Moderno.
- Rodríguez N., T. (1997). Interdisciplinariedad: Aspectos Básicos. Aula Abierta, No. 69, Instituto de ciencias de la Educación de la universidad de Oviedo.
- Romo, A., y Oktaç, A. (2007). Herramienta metodológica para el análisis de los conceptos matemáticos en el ejercicio de la ingeniería. Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa, 10(1), pp. 117-143.
- Rugarcía, A. (1997). La interdisciplinariedad: El Reino de la Confusión, ANUIES, No. 98. Recuperado de[<http://www.anuies.mx/anuies>].
- Ruiz, E.; Montiel, Á. y Camarena, P. (2010). Evaluación de competencias matemáticas en ingeniería y una propuesta para su desarrollo empleando la tecnología. México: 5o. Congreso Internacional de Sistemas de Innovación para la competitividad.
- Rumbaut, F.; Veliz, V.F. y Gorozabel, F.B. (2014) Algunas consideraciones sobre las relaciones disciplinares en las ciencias matemáticas para carreras de ingenierías en el Ecuador. International Multilingual Journal of Contemporary Research June 2014, Vol. 3, No. 1, pp. 63-66. ISSN: 2372-4846 (Print), 2372-4854. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.15640/imjcr.v3n1a7>
- Salazar, S. F. (2012). El conocimiento pedagógico del contenido como modelo de mediación docente. San José, Costa Rica: Coordinación Educativa y cultural. (CECC/SICA). p. 76
- Santoyo, S. R. (1981). Algunas reflexiones sobre la coordinación en los grupos de aprendizaje.
- Scull, J. (1997). Estrategia de perfeccionamiento de la Enseñanza de la Asignatura "Elementos Básicos de la Ingeniería" y su articulación con la carrera de Ingeniería Civil. Tesis de Maestría en ciencias de la Educación Superior. CEPES.
- Scurati, C. (1977). Interdisciplinariedad y didáctica: fundamentos, perspectivas

- realizaciones, En Scurati y Damiano: Interdisciplinaridad y didáctica. Ed. Adara, La Coruña.
- Serna, E. y Serna, A. (2003). ¿Está en crisis la ingeniería en el mundo? Una revisión a la literatura. Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia N.º 66.
- Sanz, C. T. (2003). Curriculum y formación profesional. Universidad de la Habana. ISBN 959-261-106-8.
- Stenhouse L. (1991). Investigación y desarrollo del currículum. Tercera edición, Ediciones Morata, Madrid.
- Taba, H. (1962). Curriculum development: theory and practice [Elaboración de planes de estudios. Teoría y práctica]. Nueva York, NY: Harcourt, Brace & World.
- Torres, J. (1995). Globalización e interdisciplinariedad: el currículum integrado. Ediciones Morata, Madrid.
- Trejo, E.; Camarena, P. y Trejo, N. (2013). Las matemáticas en la formación de un ingeniero: la matemática en contexto como propuesta metodológica. Revista de Docencia Universitaria. Vol.11 (Número especial, 2013), 397-424. ISSN: 1887-4592.
- Troncoso, O; Cuicas, M. y Debel, E. (2010). El modelo B-learning aplicado a la enseñanza del curso de Matemática I en la carrera de Ingeniería Civil. Revista Actualidades Investigativas en Educación. Instituto de Investigación en Educación. Universidad de Costa Rica. ISSN 1409-4703. Recuperado de: <http://revista.inie.ucr.ac.cr>
- Tyler, Ralph W. (1997) Principios básicos del currículo. Buenos Aires: Troquel
- Vigotsky, L. S. (1987). Historia del desarrollo de las funciones psíquicas superiores. Editorial Científico Técnica, La Habana.
- Vigotsky, L. S. (1989). Psicología del Arte, en: El proceso de formación de la psicología marxista. Vigotsky, L. S., Leontiev, A. N., Luria, A. Editorial Progreso, Moscú.
- Zarzar, C. (1983) Diseño de estrategias para el aprendizaje grupal una experiencia de trabajo." Revista Perfiles Educativos 1.

ANEXOS

Anexo 1: Instrumentos aplicados en la determinación del problema científico

Entrevista a docentes de Matemáticas en Ingeniería Civil

Compañero (a):

La presente entrevista tiene como objetivo diagnosticar el estado actual del aprendizaje de la Matemática II en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil. La sinceridad con que responda a cada pregunta, constituirá un valioso aporte para este trabajo.

MUCHAS GRACIAS

1. ¿Cuáles son los problemas de aprendizaje en la Matemática II que se manifiestan en los estudiantes de Ingeniería Civil?
2. Mencione los problemas profesionales de la carrera de Ingeniería Civil que necesitan del servicio de la Matemática II para su solución. ¿Explica brevemente como logra la conexión entre lo planteado?
3. ¿Cómo valora el estado actual en el aprendizaje de la Matemática II que posee el estudiante de la carrera de Ingeniería Civil para alcanzar los conocimientos necesarios para su desempeño futuro? Argumente su respuesta.
Muy Favorable (MF) ___ Favorable (F) ___ Medianamente Favorable (MedF) ___ Poco Favorable (PF) ___ Desfavorable (D) ___
4. ¿Qué elementos Ud. considera fundamentales para la concepción y/o planificación de la asignatura y de sus clases?
5. ¿Cuáles son los aspectos que a su consideración limitan el aprendizaje de la Matemática II en la formación del estudiante de la carrera de Ingeniería Civil?
6. ¿Qué recomendaciones pudiera ofrecernos para mejorar el aprendizaje de la Matemática II en la formación del estudiante de la carrera de Ingeniería Civil?

Anexo 1.a Encuesta a estudiantes de la carrera Ingeniería Civil

Estimado estudiante, con motivos de realizar una investigación encaminada al perfeccionar el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática en esta carrera, necesitamos de su colaboración a través de sus valiosas informaciones al respecto. Muchas gracias anticipadamente.

I- Datos Generales.

Edad: _____ Sexo: M___ F___ Semestre: _____

II- Cuestionario.

1. Se siente motivado por las clases de Matemática II:

Si ___ No ___

¿Por qué?

2. Mencione las 3 materias en las que ha presentado las mayores dificultades durante sus estudios en la carrera ¿Qué causas han incidido en ello?

3. Mencione, algunos procesos, acciones o procedimientos que Ud. conoce de su futura profesión, donde sea necesario utilizar algunos de los contenidos recibidos en la Matemática II.

4. Mencione las cátedras que has recibido en la carrera que te gusten menos ¿Cuáles son las causas?

5. En el caso de la Matemática II, cuáles de las siguientes causales han podido incidir en su aprendizaje:

Son aburridas ___

No entiendo para qué me sirven sus contenidos ___

Se utilizan pocos medios auxiliares ___

No existe relación con contenidos de otras asignaturas ___

El contenido es muy difícil ___

Las actividades son poco creativas ___

La asignatura no se relaciona con mi futura profesión ___

Otras ___ ¿Cuáles?

6. Mencione brevemente algunos de los contenidos de Matemática II que has tenido que utilizar en otras asignaturas.

7. Mencione alguna de las actividades didácticas que el profesor de Matemática II realiza frecuentemente en el aula.

Anexo 2: Entrevista a docentes de Matemática II de la carrera de Ingeniería Civil

Estimado docente: Sus criterios serán de mucha utilidad y tomados en cuenta para el desarrollo de este trabajo encaminado a contribuir con la formación del estudiante de la carrera de Ingeniería Civil desde las potencialidades que tiene la Matemática. Esperamos de usted su mayor comprensión y colaboración. Gracias.

Datos personales:

Nivel de estudios alcanzado _____ Años de experiencia _____

1. Refiérase al dominio (Alto, Medio o Bajo) que Ud. considera tiene sobre los siguientes temas.

Didáctica de la Matemática _____

Diseño Curricular de la asignatura _____

Matemática _____

1.1 Justifique cada caso.

2. ¿Conoce usted la importancia de la asignatura Matemática II a la formación del estudiante de la carrera de Ingeniería Civil?
3. ¿Cuál es su consideración acerca del estado actual del aprendizaje de la Matemática que evidencian los estudiantes para resolver las problemáticas de las demás asignaturas y de su futura profesión?
4. ¿Con que frecuencia interactúa con los docentes de la carrera sobre los contenidos que abordan en sus clases y/o problemas de aprendizaje que aún presentan sus estudiantes para enfrentar la futura profesión?
5. ¿Qué documentos Ud. considera imprescindible para la planificación y/o impartición de la docencia? Justifique.
6. ¿Qué recomendaciones pudiera ofrecernos para perfeccionar la planificación curricular de la Matemática II para perfeccionar la formación del Ingeniero Civil en la Uleam?

Anexo 3: Encuesta a estudiantes del segundo semestre de la carrera de Ingeniería Civil

Compañero (a): La presente encuesta tiene como objetivo constatar las acciones desarrolladas en la asignatura de Matemática II relacionadas con su formación. La sinceridad con que respondas las preguntas será de mucha ayuda para mejorar tu formación.

GRACIAS

1. ¿Conoces las exigencias de la sociedad al profesional de la Ingeniería Civil?

(Marque con una X) Sí ___ No ___

En caso de ser afirmativa la respuesta, mencione tres de ellas:

En caso de ser negativa la respuesta ¿Explique por qué?

2. Cómo considera Ud. son las clases de Matemática, según los siguientes indicadores.

Muy Aburridas___ Bastante Aburridas ___ Poco Aburridas ___ Nada Aburridas ___

Muy Interesantes___ Bastante Interesantes ___ Poco Interesantes ___ Nada Interesantes ___

Muy Comprensibles___ Comprensibles___ Poco Comprensibles___ Nada Comprensibles ___

Muy Difíciles ___ Bastante Difíciles ___ Poco Difíciles ___ Nada Difíciles ___

Muy Divertidas ___ Bastante Divertidas ___ Poco Divertidas ___ Nada Divertidas___

Muy Importantes ___ Bastante Importantes ___ Poco Importantes ___ Nada Importantes ___

2.1- Justifique la selección de tres indicadores.

3. Mencione tres situaciones de la futura profesión donde se utilicen contenidos de la Matemática II ¿Cuáles contenidos?

4. De las asignaturas que recibe en la carrera, mencione algún contenido o procedimiento que se relacione con los de la Matemática II.

5. ¿Cómo evalúas el conocimiento que tiene de la Matemática II para enfrentarte las disciplinas de la carrera y para ejercer en un futuro la profesión? Explicar su selección.

Muy Favorable ____ Favorable ____ Poco Favorable ____ Desfavorable ____

Nota: Durante la aplicación del instrumento aclarar dudas en cada pregunta en función del objetivo establecido.

Anexo 4: Ejemplo de una Unidad Temática luego de las transformaciones en el sílabo de la Matemática II

Unidades Curriculares:				
U.1.	NOMBRE DE LA UNIDAD: TÉCNICAS DE INTEGRACIÓN			
	RESULTADO DE APRENDIZAJE DE LA UNIDAD: Resolver problemas relacionados con fenómenos y procesos de la Ingeniería Civil aplicando los diversos métodos de integración			
Contenidos	Horas Clase		Actividades de Trabajo Autónomo	Mecanismos de Evaluación
	T	P		
1. Integración por partes	2	1	Análisis y resolución de problemas propuestos	-Análisis del documento -Participación activa en clases -Actuación individual -Actuación grupal -Evaluación
2. Integrales trigonométricas	1	2		
3. Sustituciones trigonométricas	2	1		
4. Fracciones parciales	1	2		
5. Expresiones cuadráticas	1	1		
6. Sustituciones diversas	1	1		
Total...	8	8		
METODOLOGÍAS DE APRENDIZAJE: Exposición de conceptos y análisis de problemas propuestos.				
RECURSOS DIDÁCTICOS: Pizarra, borrador, tiza líquida y libros.				

Anexo 5: Encuesta aplicada a los posibles expertos.

Nos encontramos realizando una investigación relacionada con la planificación curricular de la Matemática II para la carrera de Ingeniería Civil, en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí; y consideramos que usted posee todos los conocimientos necesarios para poder ofrecer las valoraciones precisas acerca del tema, para poder determinar la posible factibilidad de la Estrategia Didáctica que se ha elaborado. Le pedimos nos colabore y sea lo más franco posible en sus respuestas. Muchas gracias por su colaboración.

- 1- Marque con una X la casilla donde usted considere están sus conocimientos sobre la temática de esta investigación.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

- 2- En la siguiente tabla marque con una X en la cuadrícula donde usted considere en qué medida han influido en usted las fuentes de argumentación propuestas en la adquisición de los conocimientos sobre el tema en cuestión.

Fuentes de argumentación	MA	A	M	B	MB	N
Capacidad de análisis						
Comprensión del problema						
Amplitud de enfoques						
Conocimiento del estado actual del problema						
Nivel de motivación por resolver el problema						
Experiencia en el desarrollo de investigaciones teóricas						
Experiencia de orden empírico (práctica profesional)						

Dónde: MA: Muy alto A: Alto M: Medio B: Bajo MB: Muy bajo N: Nulo

Anexo 6: Tablas utilizadas en la selección de los expertos.

Valores para calcular el coeficiente de argumentación (Ka)

Fuentes de argumentación	MA	A	M	B	MB	N
Capacidad de análisis	.18	.14	.11	.07	.04	.00
Comprensión del problema	.12	.10	.07	.05	.02	.00
Amplitud de enfoques	.12	.10	.07	.05	.02	.00
Conocimiento del estado actual del problema	.13	.10	.08	.05	.03	.00
Nivel de motivación por resolver el problema	.14	.12	.09	.06	.03	.00
Experiencia en el desarrollo de investigaciones teóricas	.15	.12	.09	.06	.03	.00
Experiencia de orden empírico (práctica profesional)	.16	.13	.10	.07	.03	.00

Dónde: MA: Muy alto A: Alto M: Medio B: Bajo MB: Muy bajo N: Nulo
Valores para calcular el coeficiente de argumentación (Ka)

Anexo 6.a Nivel de competencia de los expertos escogidos.

Posible experto	kc	Grado de influencia de las fuentes de argumentación en sus criterios							Ka	k= 1/2(kc+ka)	K	¿Experto? (0,8 ≤ k ≤ 1,0)
		Capacidad de análisis	Comprensión del problema	Amplitud de enfoques	Conocimiento del estado actual del problema	Nivel de motivación por resolver el problema	Experiencia en el desarrollo de investigaciones teóricas	Experiencia de orden empírico				
1	0,9	0,14	0,12	0,12	0,13	0,14	0,12	0,13	0,9	0,90	Alto	Si
2	0,7	0,07	0,07	0,1	0,1	0,14	0,09	0,16	0,73	0,72	Medio	No
3	0,8	0,14	0,1	0,12	0,1	0,12	0,12	0,13	0,83	0,82	Alto	Si
4	0,8	0,11	0,1	0,1	0,13	0,14	0,12	0,16	0,86	0,83	Alto	Si
5	0,9	0,18	0,12	0,12	0,13	0,14	0,12	0,16	0,97	0,94	Alto	Si
6	0,8	0,14	0,1	0,1	0,13	0,14	0,12	0,16	0,89	0,85	Alto	Si
7	0,9	0,18	0,12	0,12	0,13	0,14	0,09	0,1	0,88	0,89	Alto	Si
8	0,8	0,14	0,1	0,1	0,13	0,14	0,12	0,16	0,89	0,85	Alto	Si
9	0,9	0,18	0,12	0,12	0,13	0,14	0,09	0,16	0,94	0,92	Alto	Si
10	0,8	0,14	0,1	0,1	0,13	0,14	0,12	0,13	0,86	0,83	Alto	Si
11	0,8	0,14	0,1	0,1	0,13	0,14	0,12	0,16	0,89	0,85	Alto	Si
12	0,9	0,18	0,12	0,12	0,13	0,14	0,12	0,16	0,97	0,94	Alto	Si
13	0,8	0,14	0,1	0,1	0,13	0,14	0,12	0,13	0,86	0,83	Alto	Si
14	0,9	0,18	0,12	0,12	0,13	0,14	0,09	0,1	0,88	0,89	Alto	Si
15	0,8	0,14	0,1	0,1	0,13	0,14	0,12	0,16	0,89	0,85	Alto	Si
16	0,9	0,18	0,12	0,12	0,13	0,14	0,09	0,16	0,94	0,92	Alto	Si
17	0,8	0,14	0,12	0,12	0,13	0,14	0,09	0,13	0,87	0,84	Alto	Si
18	0,9	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,12	0,16	0,9	0,90	Alto	Si
19	0,5	0,04	0,02	0,02	0,1	0,14	0,03	0,13	0,48	0,49	Bajo	No
20	0,8	0,11	0,1	0,1	0,13	0,14	0,12	0,16	0,86	0,83	Alto	Si
21	0,7	0,14	0,1	0,1	0,13	0,14	0,09	0,16	0,86	0,78	Medio	No
22	0,9	0,18	0,12	0,12	0,13	0,14	0,09	0,1	0,88	0,89	Alto	Si
23	0,8	0,14	0,1	0,1	0,13	0,14	0,12	0,16	0,89	0,85	Alto	Si
24	0,9	0,18	0,12	0,12	0,13	0,14	0,12	0,16	0,97	0,94	Alto	Si
25	0,7	0,14	0,1	0,1	0,13	0,14	0,09	0,16	0,86	0,78	Medio	No
26	0,9	0,18	0,12	0,12	0,13	0,14	0,09	0,1	0,88	0,89	Alto	Si
27	0,8	0,14	0,1	0,1	0,13	0,14	0,12	0,16	0,89	0,85	Alto	Si
28	0,9	0,18	0,12	0,12	0,13	0,14	0,09	0,16	0,94	0,92	Alto	Si
29	0,8	0,14	0,12	0,12	0,13	0,14	0,09	0,13	0,87	0,84	Alto	Si
30	0,8	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,13	0,16	0,91	0,86	Alto	Si
31	0,5	0,04	0,02	0,02	0,1	0,14	0,03	0,13	0,48	0,49	Bajo	No
32	0,8	0,11	0,1	0,1	0,13	0,14	0,12	0,16	0,86	0,83	Alto	Si
33	0,8	0,14	0,1	0,1	0,13	0,14	0,09	0,16	0,86	0,83	Alto	Si
34	0,9	0,18	0,12	0,12	0,13	0,14	0,09	0,1	0,88	0,89	Alto	Si
35	0,8	0,14	0,1	0,1	0,13	0,14	0,12	0,16	0,89	0,85	Alto	Si

Anexo 7: Cuestionario aplicado a los expertos seleccionados.

Estimado profesor, Ud. ha sido seleccionado como experto en el tema tratado, por lo que lo felicitamos y le informamos que sería de mucha importancia su valoración de los aspectos puestos a su consideración, así como de otros criterios o sugerencias que estime pertinente ofrecernos en aras de perfeccionar nuestra propuesta. A continuación le ofrecemos la relación de los aspectos y una tabla para su valoración atendiendo a las categorías Muy adecuado, Bastante adecuado, Adecuado, Poco adecuado e Inadecuado. Al final se ofrece una tabla en blanco para que brinde otras opiniones o valoraciones.

Relación de los aspectos a considerar.

- I1: Estructura de la Estrategia Didáctica.
- I2: Fundamentación y Diagnóstico de la Estrategia Didáctica.
- I3: Direcciones Estratégicas Seleccionadas.
- I4: Acciones de las direcciones estratégicas.
- I5: Instrumentación y evaluación de la Estrategia Didáctica.

	MA	BA	A	PA	I
I1					
I2					
I3					
I4					
I5					

A continuación se ofrece una tabla para que usted pueda emitir sus sugerencias o recomendaciones para la perfección de la propuesta.

Algunas sugerencias y recomendaciones.

Anexo 8: Tabla de los resultados de la evaluación realizada por los expertos a los aspectos propuestos.

ASPECTOS	CATEGORÍAS EVALUATIVAS					TOTAL	RESULTADOS DEL PROCESAMIENTO
	E1	E2	E3	E4	E5		
I1	28	2	0	0	0	30	Muy Adecuado
I2	27	3	0	0	0	30	Muy Adecuado
I3	29	1	0	0	0	30	Muy Adecuado
I4	28	2	0	0	0	30	Muy Adecuado
I5	27	3	0	0	0	30	Muy Adecuado

Dónde: E1: Muy adecuado; E2: Bastante adecuado; E3: Adecuado; E4: Poco adecuado;
E5: Inadecuado

Anexo 9: Tablas de la evaluación de los expertos a los aspectos propuestos.

Tabla #1: Frecuencia absoluta.

ASPECTOS	CATEGORÍAS EVALUATIVAS					TOTAL
	E1	E2	E3	E4	E5	
I1	28	2	0	0	0	30
I2	27	3	0	0	0	30
I3	29	1	0	0	0	30
I4	28	2	0	0	0	30
I5	27	3	0	0	0	30

Tabla #2: Distribución de frecuencias acumulativas.

ASPECTOS	E1	E2	E3	E4	E5
I1	28	30	30	30	30
I2	27	30	30	30	30
I3	29	30	30	30	30
I4	28	30	30	30	30
I5	27	30	30	30	30

Tabla #3: Distribución de frecuencias relativas acumulativas.

ASPECTOS	E1	E2	E3	E4
I1	0,93333333	1	1	1
I2	0,9	1	1	1
I3	0,96666667	1	1	1
I4	0,93333333	1	1	1
I5	0,9	1	1	1

Tabla #4: Análisis estadístico final.

ASPECTOS	E1	E2	E3	E4	SUMA	P	N-P	
I1	1,501	4,768	4,768	4,768	15,806	3,952	3,952	Muy Adecuado
I2	1,282	4,768	4,768	4,768	15,587	3,897	3,897	Muy Adecuado
I3	1,834	4,768	4,768	4,768	16,139	4,035	4,035	Muy Adecuado
I4	1,501	4,768	4,768	4,768	15,806	3,952	3,952	Muy Adecuado
I5	1,282	4,768	4,768	4,768	15,587	3,897	3,897	Muy Adecuado
Puntos corte	1,480	4,768	4,768	4,768	78,925	N=	3,157	Bastante Adecuado