

Matemáticas para la Ingeniería de Sistemas*¹

[Mathematics for systems engineering]

IVÁN MAURICIO ARGOTE², ROBINSON ANDRÉS JIMÉNEZ³

RECIBO: 20.11.2013 – APROBACIÓN: 04.04.2014

Resumen

La investigación tiene como propósito la restructuración de la malla curricular del Programa de Ingeniería de Sistemas, de la Universidad Mariana, respecto al área de matemática y su aporte al desarrollo de competencias del respectivo currículo. El proceso de reconstrucción del plan de estudios se llevó a cabo en tres etapas. La primera etapa presenta la identificación de los contenidos curriculares de los cursos de educación matemática del currículo vigente que son pertinentes y esenciales a la formación del Ingeniero de Sistemas. La segunda etapa determina los contenidos que no están presentes en el actual plan de estudios y que deben ser incorporados en los cursos de educación matemática para desarrollar el pensamiento lógico-matemático en el Ingeniero de Sistemas. La tercera etapa rediseña los cursos del programa de educación matemática para que sean pertinentes y esenciales, con el área específica del programa de Ingeniería de Sistemas.

Palabras Claves: Currículo, Matemática, Ingeniería de Sistemas, Pertinencia, Modelación.

* **Modelo para la citación de este artículo:**

ARGOTE, Iván Darío & JIMÉNEZ, Robinson Andrés (2014). Matemáticas para la Ingeniería de Sistemas. En: Ventana Informática No. 30 (ene-jun). Manizales (Colombia): Facultad de Ciencias e Ingeniería, Universidad de Manizales. p. 157-173. ISSN: 0123-9678

- 1 Reporte de caso proveniente del proyecto *Educación Matemática pertinente a la formación del Ingeniero de Sistemas*, ejecutado en el periodo 01/2011–12/2013, e inscrito en el grupo de investigación GISMAR de la *Universidad Mariana*. [Opción de grado, para el título de Magister en Docencia Universitaria, del primer autor].
- 2 Licenciado en Matemáticas, Ingeniero de sistemas, MSc. en Docencia Universitaria. Profesor asistente, Universidad Mariana (Pasto, Nariño, Colombia). Correo electrónico: iargote@umariana.edu.co
- 3 Ingeniero de sistemas con énfasis en telecomunicaciones, MSc. en Docencia Universitaria. Profesor asistente, Universidad Mariana (Pasto, Nariño, Colombia). rjimenez@umariana.edu.co

Abstract

The research has the purpose of restructuring the curriculum of the Systems Engineering Program, University of Mariana, respect to the area of mathematics and its contribution to the development of the skills of the respective curriculum. The reconstruction process of the curriculum took place in three stages. The first stage presented the identification of the curricula of mathematics education courses current curriculum that are relevant and material to the formation of Systems Engineer. The second stage determines the contents that are not present in the current curriculum and should be incorporated into mathematics education courses to develop logical-mathematical thinking in the Systems Engineer. The third stage redesign courses mathematics education program to be relevant and material, with the specific area of Systems Engineering program.

Keywords: Curriculum, Mathematics, Systems Engineering, Relevance, Modeling.

Introducción

Entre los semestres A del 2011 y B del 2012 se desarrolló el proyecto *Educación Matemática pertinente en la Formación del Ingeniero de Sistemas*, en el Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana de Pasto, con la participación de profesores, estudiantes, egresados y directivos del Programa. El propósito fue rediseñar los cursos del programa de educación matemática para que sean pertinentes y esenciales, a las competencias establecidas para la formación del Ingeniero de Sistemas.

En el proceso de acreditación de alta calidad se observó que la actual malla curricular presentaba debilidades en aspectos curriculares; especialmente en la correspondencia de las matemáticas con contexto conceptual de la Ingeniería de Sistemas. Se encuentra debilidades tales como: baja flexibilidad, poca integralidad, escasa interdisciplinariedad, inexistencia de una revisión y actualización de los contenidos matemáticos relevantes al área específica de Ingeniería de Sistemas.

Con la necesidad de elaborar un currículo acorde y que presente una verdadera integración entre el área de las matemáticas con el área específica en Ingeniería de Sistemas, nace de la oportunidad de subsanar las debilidades encontradas y de los requerimientos y lineamientos actuales,

planteados en los contextos regional, nacional e internacional, para la formación de profesionales competentes en Ingeniería de Sistemas.

Tras el proceso de búsqueda de antecedentes que aporten al proceso de contextualización de la investigación, se identificaron los siguientes:

- En el ámbito internacional, Camarena (2010, 10), quien asume la modelación matemática como elemento clave en la formación del ingeniero; Ruiz, Montiel & Camarena (2010, 7), quienes proponen una estrategia para el desarrollo de las competencias matemáticas profesionales del futuro ingeniero; y Brito, et al. (2011, 81), con su análisis de las habilidades matemáticas que requiere el ingeniero.
- En el entorno nacional, Universidad de Antioquia (2006, 26), busca contribuir al progreso de la nación mediante programas innovadores de docencia, investigación y extensión que posibiliten la formación de profesionales sobresalientes en el campo humano, académico, técnico e investigativo, capaces de asumir los retos y los cambios permanentes de la sociedad.
- En el contexto regional, Martínez & Hernández (2011, 43), plantean la construcción de un currículo basado en competencias para el Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana, de manera alternativa a la construcción que parte de lo específico (malla curricular), a lo general (perfil de egreso).

La presente investigación aportó en la reestructuración de la malla curricular del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana de Pasto; definiéndose en tres etapas:

- La primera etapa identificó los contenidos curriculares de los cursos de educación matemática del currículo vigente que son pertinentes y esenciales a la formación del ingeniero de sistemas.
- La segunda etapa determinó otros contenidos no presentes en el currículo vigente que requirieron ser incorporados a los cursos de educación matemática para desarrollar el pensamiento lógico – matemático del Ingeniero de Sistemas.
- La tercera etapa abordó el rediseño de la programación curricular de los cursos de educación matemática para que sean pertinentes y esenciales a la formación del Ingeniero de Sistemas, logrando de esta manera el propósito de la investigación.

Este artículo inicia con la presentación de la fundamentación teórica, la cual hizo parte de cada uno de los elementos del constructo teórico de la investigación, se presenta una metodología, la cual explica la forma en que se desarrollaran las tres etapas; posteriormente se

muestra, algunos de los resultados obtenidos, después se hace la discusión acerca de algunas consideraciones y reflexiones frente a la restructuración curricular con base en los componentes que el área de las Matemáticas puede aportar al área específica del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana y finalmente se presentan las conclusiones.

1. Fundamentación teórica

Para el desarrollo de la investigación se hizo necesario construir un constructo teórico de algunos conceptos que fueron importantes en el desarrollo de los objetivos planteados en el proyecto, entre los cuales se destacaron: currículo, competencias, diseño curricular, evaluación, malla curricular, curso, área, modulo, pertinencia, ingeniería, ingeniería de sistemas, y matemáticas; con los cuales se quiso ilustrar al lector, con el objetivo de construir un lenguaje teórico adecuado para un mejor entendimiento de la investigación.

1.1 Currículo

En el ámbito educativo existen infinidad de definiciones acerca de currículo, que dependen del pensamiento y fundamento de los diferentes autores. En Colombia se comienza a trabajar la estructura curricular con profundidad de la educación superior a partir de la reglamentación de las condiciones mínimas de calidad que deben tramitar los programas académicos con el fin de obtener el registro calificado.

Antes de extraer la definición de currículo que hizo parte de la investigación, se referencian algunas ilustraciones del concepto de currículo expuestas por diferentes autores:

«Caswell y Campbell, (1935): Currículo como un conjunto de experiencias que los alumnos llevan a cabo bajo la orientación de la escuela.

Bestor, (1958): currículo como un programa de conocimientos verdaderos, válidos y esenciales, que se transmite sistemáticamente en la escuela, para desarrollar la mente y entrenar la inteligencia.

Inlow (1966, pg. 7): afirma que el currículo es «el esfuerzo conjunto y planificado de toda la escuela, destinado a conducir el aprendizaje de los alumnos hacia resultados de aprendizaje predeterminados».

Johnson (1967, pg. 130): precisa: «en vista de las deficiencias de la definición popular actual, diremos aquí que currí-

culo es una serie estructurada de objetivos del aprendizaje que se aspira a lograr. El currículo prescribe (o por lo menos anticipa) los resultados de la instrucción».

Wheeler (1967, pg. 15); indica: «Por currículo entendemos las experiencias planificadas que se ofrecen al alumno bajo la tutela de la escuela».

Foshay (1969), define el currículo como todas las experiencias que tiene un aprendiz bajo la guía de la escuela.

Taba, Mc Donald (1974), concreta que el currículo es en esencia un plan de aprendizaje.

Stenhouse (1981, pg. 29): «Un currículo es una tentativa para comunicar los principios y rasgos esenciales de un propósito educativo, de forma tal que permanezca abierto a discusión crítica y pueda ser trasladado efectivamente a la práctica».

Beauchamp (1981, pg. 7): «es un documento escrito que diseña el ámbito educativo y la estructuración del programa educativo proyectado para la escuela».

Dieuzeide (1983); Entiende por currículo una organización sistemática de actividades escolares destinadas a lograr la adquisición de un cierto número de conocimientos».

Zabalza (1987, pg. 14): «el conjunto de los supuestos de partida, de las metas que se desea lograr y los pasos que se dan para alcanzarlas; el conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes, que se considera importante trabajar en la escuela año tras año.»

Coll (1987, pg. 31): «entendemos por currículo el proyecto que preside las actividades educativas escolares, precisa sus intenciones y proporciona guías de acción adecuadas y útiles para los profesores que tienen la responsabilidad directa de sus ejecución.»

Gimeno Sacristán (1988, pg. 34). «currículo es el eslabón entre la cultura y la sociedad exterior a la escuela y la educación, entre el conocimiento o la cultura heredados y el aprendizaje de los alumnos, entre la teoría (ideas, supuestos y aspiraciones) y la práctica posible, dadas unas determinadas condiciones. El currículo es la expresión y la concreción del plan cultural que una institución escolar hace realidad dentro de unas determinadas condiciones que matizan ese proyecto».

RIACES. Conjunto de asignaturas o materias así como los requisitos académicos con los que se organiza una carrera. Por extensión, puede aplicarse al itinerario seguido por un estudiante para obtener su titulación» (Zarur, 2010).

De acuerdo con lo expuesto anteriormente la investigación adopta un híbrido entre sus definiciones de currículo, permitiendo orientar al lector en una definición clara y precisa del concepto que se adoptó en la construcción de la investigación, logrando de esta manera, el siguiente enunciado: *Currículo son el conjunto de criterios, planes de estudio, programas analíticos o de asignatura, metodologías, procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación, los cuales contribuyen a una formación integral, recursos humanos, académicos y físicos para llevar a cabo la misión institucional de la Universidad.*

1.2 Competencias

Para realizar una aproximación a su definición se tomó la señalada por Beneitone et al., (2007, 35), quienes consideran competencia *«como las capacidades que todo ser humano necesita para resolver, de manera eficaz y autónoma, las situaciones de la vida. Se fundamentan en un saber profundo, no solo saber qué y saber cómo, sino saber ser persona en un mundo complejo cambiante y competitivo».*

Con base en él, puede señalarse que competencia es indisociable de la noción de desarrollo, además no debe olvidar que como resultante de dicho proceso de adquisición, también se incrementa el campo de las capacidades, entrando en un bucle continuo que va desde las capacidades a las competencias, y de estas a las capacidades, e inicia de nuevo el ciclo potenciador en ambas direcciones en un continuo e inagotable (espiral centrífuga y ascendente).

1.3 Diseño curricular

Este es uno de los conceptos que presentó mayor nivel de relevancia, en el desarrollo del proyecto, por ende se definió como *el proceso que permite organizar el proceso de enseñanza y aprendizaje en la institución Educativa*, para ello, el diseño curricular hace una adecuada articulación entre los componentes del PEI, con el objetivo de definir los aspectos concernientes al componente pedagógico. Es decir, el diseño curricular pone en armonía y comunicación los componentes de horizonte institucional, gestión del currículo, desarrollo estudiantil y desarrollo comunitario y administrativo. Por tal razón, un diseño curricular es más que un ejercicio de planeación de la enseñanza y planeación de un área, este demanda más interrelación entre los componentes del PEI, por lo tanto el diseño de currículo es una metodología que

cuenta con una serie de pasos, organizados y estructurados, con el fin de conformar el currículo.

1.4 Evaluación

Es importante que el lector estime el concepto de evaluar, este elemento permite en la investigación alcanzar el propósito de determinar la pertinencia del estudio de la matemática en el contexto de la ingeniería, para ello en el diccionario la palabra Evaluación se define como *señalar el valor de algo, estimar, apreciar o calcular el valor de algo*. De esta manera, más que exactitud lo que busca la definición es establecer una aproximación cuantitativa o cualitativa. Atribuir un valor, un juicio, sobre algo o alguien, en función de un determinado propósito, recoger información, emitir un juicio con ella a partir de una comparación y así, tomar una decisión.

1.5 Malla curricular

Uno de los objetivos de la investigación, tiene como finalidad la reestructuración de la malla curricular del programa de Ingeniería de Sistemas, para ello se hace necesario conocer qué se entiende por plan de estudios, malla curricular o red curricular, una decisión de este concepto es la disposición organizada, coherente y clara de las unidades de formación (módulos, cursos, materiales, asignaturas...) en determinados periodos académicos (años, semestres, trimestres...) *«aquí es importante verificar la relación de coherencia que hay entre la estructura y la organización de contenidos, con el fundamento teórico y metodológico, los principios y propósitos que orientan la formación y los perfiles de formación»* (Guerrero et al., 2011, 53).

1.5.1 Curso. Aunque curso presenta diferentes connotaciones, la mayoría de ellas hacen énfasis en el estudio sobre una materia estructurada como una unidad o al conjunto de estudiantes que comparten un mismo grado de estudios, la definición que se va a utilizar es más amplia en el sentido curricular: *«Los cursos son unidades de formación en las competencias, que en el perfil de egreso fueron identificadas y subordinadas a una competencia global»* (Guerrero et al., 2011, 54).

1.5.2 Área. Definida como el conjunto de materias que se encuentran relacionadas entre sí, presenta una connotación aún más profunda, como lo afirman Guerrero et al. (2011, 53), en la investigación fue necesario tomar como referente las áreas de formación, las estipuladas en las resoluciones del ministerio, por lo cual Acofi, define las áreas de estudio para las carreras afines a la ingeniería:

- Área de las Ciencias Básicas. Está integrado por cursos de ciencias naturales y matemáticas. Área sobre la cual radica la formación

básica científica del Ingeniero. Estas ciencias suministran las herramientas conceptuales que explican los fenómenos físicos que rodean el entorno. Este campo es fundamental para interpretar el mundo y la naturaleza, facilitar la realización de modelos abstractos teóricos que le permitan la utilización de estos fenómenos en la tecnología puesta al servicio de la humanidad. Este campo de formación incluye la matemática, la física, la química y la biología. Las áreas de química y biología tienen diferentes intensidades de acuerdo con la especialidad.

- Área de Ciencias Básicas de Ingeniería. Tiene su raíz en la Matemática y en las Ciencias Naturales lo cual conlleva un conocimiento específico para la aplicación creativa en Ingeniería. El estudio de las Ciencias Básicas de Ingeniería provee la conexión entre las Ciencias Naturales y la matemática con la aplicación y la práctica de la Ingeniería.
- Área de Ingeniería Aplicada. Esta área específica de cada denominación suministra las herramientas de aplicación profesional del Ingeniero. La utilización de las herramientas conceptuales básicas y profesionales conduce a diseños y desarrollos tecnológicos propios de cada especialidad.
- Área de Formación Complementaria. Comprende los componentes en Economía, Administración, Ciencias Sociales y Humanidades.

1.5.3 Módulos. Guerrero et al. (2011, 54), los consideran como las *«unidades de formación en las competencias globales identificadas en el perfil de egreso, agrupadas en torno a una determinada área de formación. Es deseable que se construya tantos módulos como competencias globales se haya determinado en el perfil, de tal manera que cada módulo forme en una de esas macro competencias»*.

1.6 Pertinencia

La definición ofrecida por Real Academia Española (2005): «Oportunidad, adecuación y conveniencia de una cosa», tal vez no tenga la fuerza necesaria para un sustento fuerte en el ámbito académico. Pero, según Cajiao (2008, 9), en la primera perspectiva -que suele ser la más frecuente en la literatura-, la pertinencia se relaciona con las necesidades de la sociedad, especialmente en su aspecto productivo, pretendiendo adecuar lo que se ofrece desde la educación formal a la demanda potencial del mercado laboral. De allí provienen muchas orientaciones de política pública relacionadas con el diseño de programas académicos de corte técnico y tecnológico, así como la orientación que debería darse a ciertas áreas del conocimiento como

la matemática, el aprendizaje del inglés o el énfasis en las llamadas competencias laborales.

De igual manera, desde la perspectiva de estudiantes, padres y madres de familia y comunidades locales, la pertinencia se relaciona más con una percepción de motivación y adecuación de los contenidos y métodos del aprendizaje con las expectativas individuales. Frases como «¿para qué me sirve tanta matemática si lo que yo quiero es estudiar ingeniería?», reflejan en cierta forma esta preocupación de muchos jóvenes ante la saturación de asignaturas que aparecen en sus planes de estudio, como se definió anteriormente malla curricular.

1.7 Ingeniería

En el análisis documental de la investigación, en relación con el concepto de ingeniería, de acuerdo con Acofi (2005), lo más apropiado es tener es definirla como la profesión en la cual los conocimientos de las ciencias naturales y matemáticas se adquieren mediante el estudio, la experiencia y la práctica; se aplican con buen criterio para desarrollar los medios, aprovechar económicamente los materiales, los recursos y las fuerzas de la naturaleza, para el crecimiento y prosperidad de la humanidad.

1.8 Ingeniería de sistemas

Desde una perspectiva global una de las definiciones más acertadas, y con la cual se construyó la investigación, es: «*La ingeniería de sistemas es una profesión que tiene como objeto de estudio la información, su procesamiento, distribución, seguridad e Interpretación como elemento fundamental para el desarrollo de las organizaciones. Involucra aspectos de tipo tecnológico, administrativo y de generación de procesos*» Acofi (2005).

1.9 Matemáticas

Para el desarrollo de la investigación la matemática se define como: *la ciencia que trata de las leyes de la forma del mundo físico*; y considerando que en realidad el mundo físico solo presenta al estudio las dos primeras propiedades, el tiempo y el espacio, que son las formas de lo físico, puede decirse que las matemáticas tienen por objeto las leyes del tiempo y del espacio. -La ley de la cantidad aplicada al tiempo da la sucesión de instantes, es decir, el número, y aplicada al espacio da la sucesión de puntos unidos, o sea la extensión, como lo asegura Guzmán (2012, 25).

Finalmente, una vez elaborado el constructo teórico, se inició el desarrollo de cada uno de los objetivos de la investigación el cual se presenta en el acápite de la metodología.

2. Metodología

Esta investigación se desarrolló bajo los referentes del paradigma cualitativo con un enfoque hermenéutico, construyéndose un estado del arte a partir de la técnica de revisión documental y análisis documental para la obtención de los resultados. Así mismo, se tiene en cuenta dos conceptos clave para el desarrollo de la investigación:

- Pertinencia la cual hace referencia a las necesidades de la sociedad, especialmente en su aspecto productivo, pretendiendo adecuar lo que se ofrece desde la educación formal a la demanda potencial del mercado laboral, en este caso entiéndase como pertinente la educación para el cumplimiento de las competencias necesarias para el Ingeniero de Sistemas de la Universidad Mariana, con base en su rama de estudio como lo es la Ingeniería de Software.
- Contenidos curriculares: siendo estos los elementos que intervienen en el proceso de enseñanza y aprendizaje, elementos como: la descripción, las competencias a desarrollar, los contenidos temáticos, la metodología y la evaluación de cada una de las asignaturas que componen la malla curricular, en la presente investigación se hace referencias a las asignaturas presentes en el área de las matemáticas y su aporte al área específica del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana.

Los documentos analizados fueron de tipo académicos y científicos de la Asociación Colombiana de Ingeniería de Sistemas - ACIS, *Association for Computing Machinery* - ACM, la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería - Acofi, Comisión Nacional Intersectorial de Aseguramiento de la Calidad - CONACES, entre otros nacionales e internacionales, de igual manera referentes universitarios y documentación institucional, como los planes analíticos de cada una de las asignaturas que componen el área de las matemáticas en el Programa de Ingeniería de Sistemas, el modelo pedagógico, el proyecto educativo, la malla curricular y el documento de acreditación del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana.

Para el desarrollo y cumplimiento de la primera etapa, se preseleccionaron 50 documentos de carácter académico, de los cuales se escogieron 25, de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión (no fueron considerados para el análisis aquellos artículos que no hacían alusión a los núcleos temáticos). Para un mejor manejo de la información los escritos fueron organizados, en una base de datos conformada por los registros hechos en las fichas documentales de lectura. Posteriormente, se realizó un análisis de cada núcleo temático,

identificando los problemas abordados, definiendo lo más significativo y describiendo los aspectos convergentes y divergentes entre los documentos seleccionados, mediante un ejercicio de comparación constante. Finalmente, se realizó una exploración global en el que se identificaron las convergencias y divergencias del análisis de cada uno de los núcleos temáticos, se formularon conclusiones y se hicieron algunas recomendaciones.

La revisión global del contenido de los documentos seleccionados permitió categorizar el estudio de la primera etapa en dos cuestiones claves, suficientemente relevantes y representativas de los temas tratados:

- El concepto de la Modelación Matemática y su aplicación en la especificidad de las ciencias, es fundamental para el desarrollo de competencias básicas, generales y específicas, teniendo en cuenta que la practicidad permite la formulación y solución de problemas en un contexto determinado, en este caso la Ingeniería de Sistemas.
- Los cursos de las Matemáticas pertinentes y esenciales, su integración, acoplamiento al área específica de la Ingeniería de Sistemas, con base en los contenidos curriculares necesarios para el desarrollo de las competencias que se desea alcanzar en cada uno de ellos, para que su aporte sea significativo a la especificidad del perfil del Ingeniero de Sistemas en Colombia.

Después, y con base en los dos puntos clave mencionados, se realizó un análisis comparativo con cada uno de los planes analíticos de las asignaturas que componen el área de las matemáticas del programa de Ingeniería de Sistemas, para inferir la presencia o no en los contenidos curriculares, del concepto de modelación matemática y su aplicación, como también el acoplamiento e integración en el área específica del programa, teniendo en cuenta que se desea el desarrollo de competencias básicas, generales y específicas que aporten a la formación del Ingeniero de Sistemas de la Universidad Mariana.

Lo anterior permitió la identificación de las asignaturas que poseen contenidos curriculares esenciales y pertinentes que aportan al perfil competente del Ingeniero de Sistemas, como también determinar otros contenidos no presentes en el currículo vigente que requieren ser incorporados a los cursos de educación matemática para desarrollar el pensamiento lógico – matemático del Ingeniero de Sistemas, y finalmente hacer un rediseño a la programación curricular de los cursos de educación matemática para que sean pertinentes y esenciales a la formación del Ingeniero de Sistemas.

3. Resultados y discusión

En el desarrollo del proyecto, y teniendo en cuenta que el objetivo primordial, fue el de rediseñar la estructura curricular del programa de Ingeniería de Sistemas, con base en la identificación de los contenidos curriculares de los cursos de educación matemática y la incorporación de los contenidos no presentes que son pertinentes y esenciales a la formación del ingeniero de sistemas, y específicamente en lo denominado: la matemática y la ingeniería de Sistemas (local, nacional e internacional), los hallazgos obtenidos en el proceso del análisis comparativo fueron: la presencia de un currículo oculto en el área de las matemáticas dentro de la malla curricular del programa, es decir se observa un escaso acoplamiento entre los cursos de la matemática y los cursos de la especificidad del Ingeniero de Sistemas, evidenciando dos planes de estudio, carentes del concepto de interdisciplinariedad entre las áreas que componen la actual malla curricular.

De igual manera, se observa que los contenidos curriculares presentes en los cursos que componen el área de las matemáticas solo se reducen al uso y dominio de un lenguaje simbólico matemático y la solución de problemas sin fundamentación en la practicidad, lo cual no aporta al desarrollo de las competencias que se desea alcanzar en el estudiante; así mismo, el análisis permitió evidenciar que los cursos del área de las matemáticas que se desarrollan actualmente en el programa presentan la ausencia de las tres funciones que cumplen las ciencias básicas dentro del objeto de formación del Ingeniero de Sistemas que son: herramientas concretas e inmediatas para el modelado de sistemas inteligentes para la toma de decisiones; además los cursos de matemáticas deben ser instrumentos que subyacen al interior de los procesos cognitivos que sistemáticamente aplican los ingenieros en la planeación, análisis, diseño y evaluación de sistemas de información y por último que se conviertan en las herramientas que aportan conceptos para comprender la automatización de procesos de otras disciplinas y áreas del saber distintas a la ingeniería, según señalan Gaitán & Bello (2002, 83).

Además, se encontró una definición que enmarca a la matemática en Ingeniería de Sistemas como *«la profesión en la cual los conocimientos de las ciencias naturales y matemáticas se adquiere mediante el estudio, la experiencia y la práctica; se aplican con buen criterio para desarrollar los medios, aprovechar económicamente los materiales, los recursos y las fuerzas de la naturaleza, para el crecimiento y prosperidad de la humanidad»* (Parra, 2010, 77).

Con base en la anterior definición, uno de los resultados del análisis de la información, permite observar la carencia del concepto de la practicidad en la solución de problemas en el contexto del Ingeniero de Sistemas, de igual manera se logró determinar cuál es el propósito de formación y características de un Ingeniero de Sistemas según el objeto de estudio, el primero invita a formar un profesional académicamente capaz de identificar y solucionar los problemas del contexto, acorde con Universidad de Antioquia (2006, 26), que puedan tener una solución desde el objeto de estudio.

Por otra parte, el análisis comparativo de la información y en relación con el concepto de la Modelación Matemática y su aporte en la Ingeniería de Sistemas, se encontró que los cursos de educación matemática carecen de representación simbólica de realidades cotidianas siendo este un elemento fundamental del objeto del estudio de la Ingeniería de Sistemas, e incluso técnicamente se advierte, por parte de Lopera (2004, 81), que sin el modelado acertado no es posible resolver el problema planteado, desde esta perspectiva lo más importante es concentrarse en la construcción de soluciones, dejando de lado la simbología lógico – matemática que sustenta los desarrollos de las metodologías, técnicas y herramientas que se aplican.

Así mismo, se evidenció que la modelación matemática en el Ingeniero de Sistemas, es un elemento clave en la formación del ingeniero, además como en muchas universidades la modelación matemática, por lo que se requiere de estrategias didácticas para la incorporación de forma consciente y formal, es necesario que su estudio y asociación con el área específica, presente una clasificación y caracterización de los conceptos relevantes y significativos entre ambas áreas de estudio, buscando una integración transparente entre los contenidos temáticos para la solución de un problema o situación real haciendo uso de la matemática y la ingeniería de sistemas, además la modelación matemática forma parte de la estrategia didáctica de la matemática en contexto, lo que genera en el estudiante un aprendizaje significativo para su futura actividad laboral y profesional de forma competente. El contar con una clasificación de los modelos matemáticos, en donde estos se correlacionan con las asignaturas del área específica del programa de Ingeniería de Sistemas, permite dar pertinencia a la modelación matemática que gradualmente aprenderá el estudiante. Si la modelación matemática, señala Camarena (2010, 10), se incorporara desde los niveles básicos de estudio la problemática tendría otra dimensión.

De igual manera, se observa que es importante generar una estrategia para el desarrollo de las competencias matemáticas profesionales del futuro ingeniero, la cual debe estar sustentada en la teoría de la

Matemática en el contexto de las Ciencias, a través de ella se vincula la matemática con las demás asignaturas que cursa el estudiante. La estrategia contempla tres etapas, de las cuales se toman en cuenta dos de ellas: la primera establece la vinculación entre disciplinas a través de problemas de las áreas del conocimiento de su carrera, con las que se vincula la matemática, dentro del aula de clases, como estrategia didáctica; la segunda es aplicar heurísticas al resolver problemas contextualizados, así como actividades para bloquear creencias negativas.

Un componente que se incorpora es el empleo de la tecnología, como lo señalan los resultados, que la resolución de problemas de matemáticas contextualizadas es uno de los niveles de orden superior en las habilidades del pensamiento. A través de las dinámicas propuestas, el estudiante tiende a hacerse responsable de su propio aprendizaje generándose habilidades para aprender a aprender. Es claro que a través de la teoría de la matemática en el contexto de las ciencias, se cambia el paradigma del proceso enseñanza aprendizaje que se centra en el profesor ante un paradigma que ahora está centrado en el estudiante. Además, de acuerdo con Ruiz, Montiel & Camarena (2010, 7), el proceso mismo lleva al estudiante a construir su propio conocimiento con una matemática para la vida.

Por lo tanto, el objetivo de la modelación matemática en la formación de los Ingenieros de Sistemas es el de analizar la brecha entre las habilidades matemáticas que requiere el Ingeniero de Sistemas, vinculadas fundamentalmente a las obtención de competencias de modelación, interpretación, y comunicación con un lenguaje preciso etc., y no a las destrezas que se forman en los cursos de Matemática tradicional, que ponen su mayor énfasis en la actividad de resolver ejercicios de cálculo de una manera mecánica. Además muestra que el conocimiento científico en general, es concebido por las prácticas sociales, y sin embargo se ha considerado en muchas ocasiones el estudio de las matemáticas como el trabajo con conceptos abstractos, es decir alejados de la actividad humana. La modelación matemática de problemas, señalan Brito et al. (2011, 3), crea en los estudiantes una capacidad y habilidad necesarias para la solución de posibles problemas prácticos.

A partir de los resultados hallados en la investigación, se pudo establecer los problemas que orientan la educación matemática pertinente y esencial en la formación del ingeniero de sistemas, dichos problemas se centran en el uso excesivo del lenguaje simbólico matemático, y en la carencia de conceptos como la modelación, practicidad y solución de problemas en contextos propios del Ingeniero de Sistemas. Es decir

que, mediante la reconstrucción del currículo basado en competencias se puede lograr una mayor interdisciplinariedad en el programa de Ingeniería de Sistemas a través de la interacción de los diferentes docentes con sus especialidades en cada curso.

4. Conclusiones

La restructuración de los cursos que componen el área de las matemáticas basado por competencias del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana, permite ser consecuentes con los constantes avances de la disciplina y ser pertinente en su quehacer debido a que el perfil de egreso se creó con base en los grandes problemas que plantea actualmente la Ingeniería de Sistemas desde su objeto de estudio.

Con la modificación en los cursos del área general del programa de Ingeniería de Sistemas, en especial con el área de las matemáticas obliga a cambiar el papel del docente y el estudiante en los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación, debido a que su construcción teórica debe llevarse a la práctica a través de la interacción diaria entre sus actores; de lo contrario será un buen ejercicio mental desprovisto de carácter práctico.

Mediante la propuesta de rediseñar la estructura curricular se puede lograr una mayor interdisciplinariedad en el programa de Ingeniería de Sistemas a través de la interacción de los diferentes docentes con sus especialidades en cada curso.

Con la reconstrucción de los cursos del área de las matemáticas se conseguiría eliminar la diferencia existente entre las competencias básicas y generales, teniendo en cuenta que el propósito general es la formación del Ingeniero de Sistemas con base en el desarrollo de competencias específicas, pero necesariamente apoyada en un profesional que ha desarrollado de manera integral competencias básicas y generales en ingeniería; de este modo se logra la articulación de las diferentes áreas del conocimiento en el proceso formativo del ingeniero.

Finalmente de llevarse a la práctica el currículo por competencias propuesto, los estudiantes tendrán la oportunidad de convertirse en protagonistas de su aprendizaje, de tal manera que cambien su conducta heterónoma por un comportamiento autónomo, así podrán aprender a aprender y desempeñarse de manera competente en diferentes contextos. Además, los alumnos se verán enfrentados a formular y solucionar problemas durante todo su proceso de formación.

Referencias bibliográficas

- ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE FACULTADES DE INGENIERÍA, ACOFI (2005). Marco de Fundamentación Conceptual: Especificaciones de Prueba ECAES de Ingeniería de Sistemas versión 6.0 [en línea]. Bogotá (Colombia): ACOFI. 43 p. <<http://disi.unal.edu.co/fortalecimiento/sistemas/computacion/docs/SaberPro/ECAES2006EspecificacionSISTEMAS.pdf>> [consulta: 20/03/2014]
- BENEITONE, Pablo; ESQUETINI, César; GONZÁLEZ, Julia; MALETÁ, Maida Marty; SIUFI, Gabriela & WAGENAAR, Robert (eds.) (2007). Reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en América Latina: Informe final –Proyecto Tuning- América Latina 2004-2007 [en línea]. Bilbao (España): Publicaciones de la Universidad de Deusto. 429 p. <http://tuning.unideusto.org/tuningal/index.php?option=com_docman&task=down&bid=54> [consulta: 20/03/2014]
- BRITO VALLINA, María Lucía; ALEMÁN ROMERO, Isidro; FRAGA GUERRA, Elena; PARA GARCÍA, José Luis & ARIAS DE TAPIA, Ruth Irene (2011). Papel de la modelación matemática en la formación de los ingenieros [en línea]. En: Ingeniería Mecánica, Vol. 14, No. 2 (may), Boyeros (La Habana, Cuba): Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. p. 129-139. ISSN: 1815-5944 <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=225117950005>> [consulta: 13/03/2014]
- CAJIAO, Francisco (2008). Informe general sobre evaluación del aprendizaje: Análisis de la problemática planteada en las diversas regiones del país y recomendaciones [en línea]. Bogotá (Colombia): Ministerio de Educación. 38 p. <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-176932_archivo.pdf> [consulta: 13/03/2014]
- CAMARENA GALLARDO, Patricia (2010). La modelación matemática en la formación del ingeniero [en línea]. En: JM²REAL 2010 Mathématiques pour l'Ingénieur: Conception et Innovation (09-10/12/2010), Insa de Lyon (Francia): M²REAL. <http://www.m2real.org/IMG/pdf_Patricia_Camarena_Gallardo-II.pdf> [consulta: 13/03/2014]
- GAITÁN OSORIO, José Joaquín & BELLO PÉREZ, Rafael (2002). Tomando decisiones basadas en el conocimiento. Neiva (Colombia): Universidad Cooperativa de Colombia. 83 p. ISBN: 978-958-95568-2-5.
- GUERRERO TORRES, Luis Alfredo; MORA ERASO, Adriana del Carmen; DAZA DÍAZ, Carlos Arturo; PANTOJA ÁGREDA, Carlos Hernán; VITERI JURADO, Fabián Enrique; GUERRERO ORTEGA, Juan Carlos; ROSERO FLÓREZ, Héctor Miguel; NARVÁEZ CASTRO, Marisol; MEJÍA PEÑA, Martha Lucía; BELALCÁZAR BENAVIDES, Nancy Andrea; ROSALES JIMÉNEZ, Rosario & BASANTE CASTRO, Yudy del Rosario (2011). Construcción curricular por competencias en la educación superior. Pasto (Colombia): Universidad Mariana. 219 p. ISBN: 978-958-8579-09-2.
- GUZMÁN RESTREPO, Wilson Andrés (2012). Estrategias didácticas para potenciar el pensamiento variacional a través de situaciones problema, de los estudiantes del grado noveno de la institución educativa "San José del municipio de Betulia" [en línea]. Tesis de Maestría (Magíster en la enseñanza de las ciencias exactas y naturales), Medellín (Colombia): Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias. 69 p. <<http://www.bdigital.unal.edu.co/9574/1/15490637.2013.pdf>> [consulta: 13/03/2014]
- HERNÁNDEZ PANTOJA, Giovanni Albeiro & MARTÍNEZ NAVARRO, Álvaro Alexander (2012). Un currículo alternativo basado en competencias para ingeniería de sistemas [en línea]. En: Novática, Vol. 38, No. 218 (jul-ago), Madrid (España): Asociación de Técnicos de Informática, ATI. p. 43-47. ISSN: 0211-2124 <<http://www.ati.es/novatica/2012/218/Nv218-43.pdf>> [consulta: 13/03/2014]
- LOPERA ECHEVERRI, Egidio (2004). Actividad cognitiva y aprendizaje. Colección Legado del Saber, Vol. 12. Medellín (Colombia): Universidad de Antioquia. 31 p. ISBN: 9789586556880.
- PARRA CASTRILLÓN, Eucario (2010). Las ciencias básicas en ingeniería de sistemas: justificaciones gnoseológicas desde los objetos de estudio y de conocimiento [en línea]. Revista Educación en Ingeniería, No. 10 (dic.). Bogotá (Colombia): Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, Acofi. p. 74-84. ISSN 1900-8260. <<http://www.educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/download/102/89>> [consulta: 17/03/2013]
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (2005). Diccionario de la lengua española. Madrid (España): Espasa Calpe.

- RUIZ LEDESMA, Elena Fabiola; MONTIEL SÁNCHEZ, Ángel Salvador & CAMARENA GALLARDO, Patricia (2010). Evaluación de competencias matemáticas en ingeniería y una propuesta para su desarrollo empleando la tecnología [en línea]. En: 5o. Congreso Internacional de Sistemas de Innovación para la competitividad. SINNCO 2010: MT1.- Realidad, mitos y oportunidades de las universidades en la transferencia del conocimiento (25-27/08/2010), Guanajuato (México): Universidad de Guanajuato, Campus Celaya. p. 1-17. ISBN: 978-607-95030-7-9. <http://www.concyteg.gob.mx/formulario/MT/MT2010/MT1/SESION4/MT14_ERUIZL_030.pdf> [consulta: 17/03/2014]
- UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2006). Transformación curricular programa ingeniería de sistemas: Documento rector. Medellín (Colombia): Universidad de Antioquia, Facultad de Ingeniería, Comité de Currículo. 64 p.
- ZARUR MIRANDA, Xiomara (2010). La internacionalización del currículo: una herramienta fundamental para la transformación institucional [en línea]. En: Seminario Internacionalización de la educación superior con una visión para las instituciones técnicas profesionales y tecnológicas (06/05/2010), Bogotá (Colombia): Asociación Colombiana de Universidades, Ascun. <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/estudiantesuperior/1608/articles-231231_archivo_pdf1.pdf> [consulta: 17/03/2014].