

CONSTRUCCIÓN DE CURRÍCULOS DE INGENIERÍA BASADOS EN PROBLEMAS Y ORIENTADOS A LA FORMACIÓN INTEGRAL

Gloria L. Giraldo*
Germán A. Urrego Giraldo**

Recibido: 27/03/2009

Aceptado: 07/05/2010

RESUMEN

El modelo propuesto en este artículo para la construcción de currículos en los distintos campos de la ingeniería parte de la identificación de problemas del contexto social que reclaman la existencia de un programa de formación. El conocimiento requerido para la elaboración del currículo se obtiene de cuatro fuentes: la primera comprende la fundamentación filosófica, pedagógica, epistemológica y psicológica. La segunda, corresponde a las áreas del conocimiento universal, las cuales soportan la ingeniería. El conocimiento extraacadémico constituye la tercera fuente. La cuarta, contiene el conocimiento académico interno y externo. Los currículos son orientados hacia la formación integral de los ingenieros, mediante la definición de los propósitos de formación y los contenidos temáticos del programa en cuatro dimensiones de formación: ser, saber, hacer y comportarse. El modelo asegura que los propósitos de formación y los contenidos temáticos responden a los problemas del contexto social.

Palabras clave: currículos de ingeniería, currículo basado en problemas, propósitos de formación, unidades temáticas, unidades de organización curricular

* Doctora en Informática, Grupo de Investigación en Lenguajes Computacionales. Escuela de Sistemas. Facultad de Minas. E-mail: glgiraldog@unalmed.edu.co

** Doctor en Informática. Departamento de Ingeniería de Sistemas. Universidad de Antioquia. E-mail: gaurrego@udea.edu.co

CONSTRUCTING ENGINEERING CURRICULUM BASED ON PROBLEMS AND INTEGRAL TRAINING

ABSTRACT

The model proposed in this paper for constructing engineering curricula begins with problems identification in social context, which claim for the existence of a training program. Knowledge required for curricula elaboration comes from four sources: the first one, encloses the philosophical, pedagogical, epistemological, and psychological foundation; the second one, the universal knowledge areas, which support the engineering; extra-academic knowledge constitute the third source, and finally internal and external knowledge. Curricula aim to the integral training of engineers, by the definition of program's training purposes and thematic contents, in four training dimensions: to be, to know, to do, and to behave. The model focuses on training purposes and thematic contents on social context problems.

Key words: engineering curricula, problem-based curriculum, training purposes, thematic units, curricula organization units.

INTRODUCCIÓN

La finalidad de los currículos es facilitar a los estudiantes la apropiación del conocimiento mediante su organización en unidades adecuadas para su enseñanza y su aprendizaje, bien dispuestos en segmentos de espacio y tiempo, utilizando estrategias, recursos y métodos que aseguren el logro de los propósitos de formación encaminados a la satisfacción de los requerimientos sociales y organizacionales que le dan vigencia al programa de formación. Algunos de estos elementos son tratados, entre otros, en [1-3]. El currículo plantea el camino a recorrer en el marco de un modelo pedagógico que define las relaciones del estudiante con el conocimiento, con los recursos, con el profesor, con la academia y con el contexto social. Hacer que este camino conduzca de manera eficaz a que el estudiante alcance niveles de conocimiento pertinentes, autonomía y responsabilidad para razonar, para crear nuevos conocimientos, para aplicarlos dentro de un contexto, para utilizar los medios e instrumentos adecuados y para contribuir al progreso de la sociedad y a su desarrollo personal es la aspiración de nuestra propuesta de diseño curricular.

Dentro de cada concepción pedagógica, algunas de ellas tratadas en [4, 5], se crean modelos que resaltan aspectos importantes del currículo, y diversos métodos de construcción de dichos modelos. Las variaciones de los modelos y los métodos dan lugar a una diversidad de enfoques, que en mayor o menor grado reproducen deficiencias aún no superadas, tales como: falta de pertinencia, obsolescencia de los contenidos, de las estrategias y de los recursos; insuficiente autonomía de los estudiantes, poca respuesta al cambio, incapacidad de auto evaluación y mejoramiento continuo, falta de modelos de seguimiento y de indicadores de logro, ausencia de orientación hacia la formación integral, etc.

La formación integral requiere armonizar las dimensiones física, mental, emocional y social de

la persona humana y su participación en la consolidación y progreso de una sociedad equitativa que dignifique a los seres humanos, y privilegie el bienestar de todos por encima de los intereses particulares de las personas. Para atender estas demandas la propuesta de diseño curricular que se presenta en este artículo orienta la formación en cuatro dimensiones humanas caracterizadas por el ser, el saber, el hacer y el comportarse. Esta última dimensión, en nuestro enfoque, implica un mayor compromiso social de los profesionales que el que implica la dimensión de convivir planteada en [6].

El concepto de problema, en sentido amplio, recoge las necesidades que reclaman el modelo de formación integral, referidas en el párrafo anterior, y las demandas sociales y organizacionales en el campo correspondiente al objeto propio del programa de ingeniería que se estudie. Los problemas fundamentan la determinación de los propósitos de formación, la construcción sistemática de las áreas y unidades temáticas que aseguren la superación de las deficiencias antes anotadas, la reconstrucción permanente del currículo de acuerdo con los cambios del contexto social, y la definición y desarrollo del concepto de formación integral.

La formación integral, como el eje de nuestra propuesta, busca que más allá de formar ingenieros para atender necesidades sociales y organizacionales, se pueda formar ingenieros capaces y comprometidos a construir sociedad sobre la base de ser ante todo personas, de penetrar con autonomía los campos del conocimiento, de tener la capacidad de intervenir responsablemente las realidades sociales y naturales, y de trabajar individual y colectivamente en función del progreso de la sociedad.

La idea de partir de los problemas tiene su expresión en las técnicas denominadas Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como se refiere en [7]. Nuestra propuesta introduce el concepto de problema para expresar los requerimientos de los contextos social y organizacional, un conjunto de procesos integrados para establecer los

contenidos temáticos que soporten el logro de las competencias e igualmente presenta procesos de verificación de la satisfacción de los requerimientos o problemas y de los propósitos de formación del programa.

El modelo que se describe en este artículo incluye las elaboraciones realizadas por el colectivo de ingenieros profesores e investigadores del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Antioquia y luego afinado en un proyecto conjunto con el grupo de Ingeniería de *Software* de la Universidad Nacional sede Medellín.

En el presente artículo se propone un método para la construcción de currículos de ingeniería basados en problemas y orientados a la formación integral de los estudiantes, y su aplicación a la construcción de la componente profesional y de ingeniería básica de un currículo de Ingeniería de Sistemas. La componente de las ciencias básicas es objeto de otro artículo en curso de elaboración.

El desarrollo del presente artículo considera en la sección 2 las fuentes de conocimiento para el modelo curricular. Los caminos de formación integral, considerando el ser, el saber, el hacer y el comportarse como dimensiones de la formación se plantean en la sección 3. La sección 4 describe el modelo para la construcción de las áreas y unidades temáticas a partir del enunciado de los problemas que el currículo debe resolver. La determinación de las áreas y unidades temáticas a partir de los problemas, y la orientación a la formación integral son explicadas en la sección 5. La conclusión y el trabajo futuro se presentan en la sección 6.

1 FUENTES DEL CONOCIMIENTO PARA EL MODELO CURRICULAR

Es fundamental establecer las fuentes de conocimiento que nutren los currículos en ingeniería y las componentes del modelo curricular en las cuales se incorporan y aprovechan las distintas fuentes.

1.1 FUENTES DE CONOCIMIENTO Y SU APROVECHAMIENTO EN EL MODELO CURRICULAR

La pedagogía, la psicología, la filosofía, y una de sus ramas, la epistemología, constituyen la primera fuente de conocimiento, figura 1, para la elaboración del currículo. Esta fuente aporta los conocimientos científicos y metodológicos fundamentales para la construcción de un currículo y las dimensiones de formación sobre la cuales se fundamenta el propósito de la formación integral de los ingenieros [6]. De las cuatro dimensiones propuestas por éste: *ser, saber, hacer, y convivir*, en nuestro trabajo se reemplaza esta última dimensión por la de *comportarse*, la cual recoge en mejor forma el sentido de compromiso, responsabilidad y colaboración, elementos esenciales del concepto de formación integral. Las áreas del conocimiento universal, constitutivas de la segunda fuente de conocimiento, son requeridas por las Unidades de Organización Curricular, las cuales reúnen los temas centrales del programa de formación. La tercera fuente aporta el conocimiento del contexto social en el cual se expresan las necesidades o problemas que el currículo procura resolver. Corresponden a la cuarta fuente, el conocimiento académico interno y externo a la institución, aportado por instituciones nacionales y extranjeras interesadas en la organización del conocimiento requerido para la formación de los ingenieros; el conocimiento proveniente de programas con currículos afines al que se está construyendo y las experiencias relacionadas con los currículos propios de la institución que elabora y ofrece el currículo. Estas cuatro grandes fuentes, representadas en la figura 1, determinan los elementos esenciales del modelo curricular, como son los problemas que el currículo debe procurar resolver, los propósitos de formación del programa, las unidades de organización curricular,

el modelo pedagógico y las dimensiones de formación de los estudiantes en la perspectiva de formar profesionales íntegros.

Las competencias que los estudiantes alcanzarán en su formación son tratadas en [8] con el fin de ampliar el modelo de obtención de áreas y unidades temáticas, objeto del presente artículo.

De la primera fuente del conocimiento, figura 1, la pedagogía contribuye a la formulación del modelo educativo, el cual define los agentes de los procesos formativos, las relaciones entre estos y las relaciones de los agentes con el conocimiento y con los recursos necesarios para la enseñanza y el aprendizaje, como lo plantean, entre otros [4, 5, 7, 9, 10]. Las dimensiones de formación orientadas al *ser*, al *saber*, al *hacer* y al *comportarse* apuntan a la formación integral de los estudiantes y son aportadas por la filosofía [11]. Una filial de ésta, la epistemología, aporta la fundamentación científica y crítica del conocimiento incorporado en las Unidades de Organización Curricular. Algunas aproximaciones epistemológicas al diseño curricular se encuentran, entre otros, en [12, 13]. Las áreas del conocimiento

universal constituyen la segunda fuente de conocimiento y nutren de contenidos las Unidades de Organización Curricular, responsables de ayudar a definir y a desarrollar las competencias de los estudiantes.

La tercera fuente de conocimiento considerada en el modelo curricular que se propone corresponde al conocimiento extraacadémico, dentro del cual las necesidades sociales y de las organizaciones públicas y privadas de los sectores de la producción, el consumo y la distribución de bienes y servicios presentan los problemas que deben ser asumidos por los diferentes programas de formación profesional.

El conocimiento reunido en los programas de formación profesional existentes en una institución educativa y los conocimientos curriculares tratados por otras instituciones nacionales y extranjeras conforman la cuarta fuente de conocimiento [14, 15]. Esta fuente le da forma a las Unidades de Organización Curricular específicas de cada programa de formación, en las cuales se reúnen los conocimientos de las distintas disciplinas que

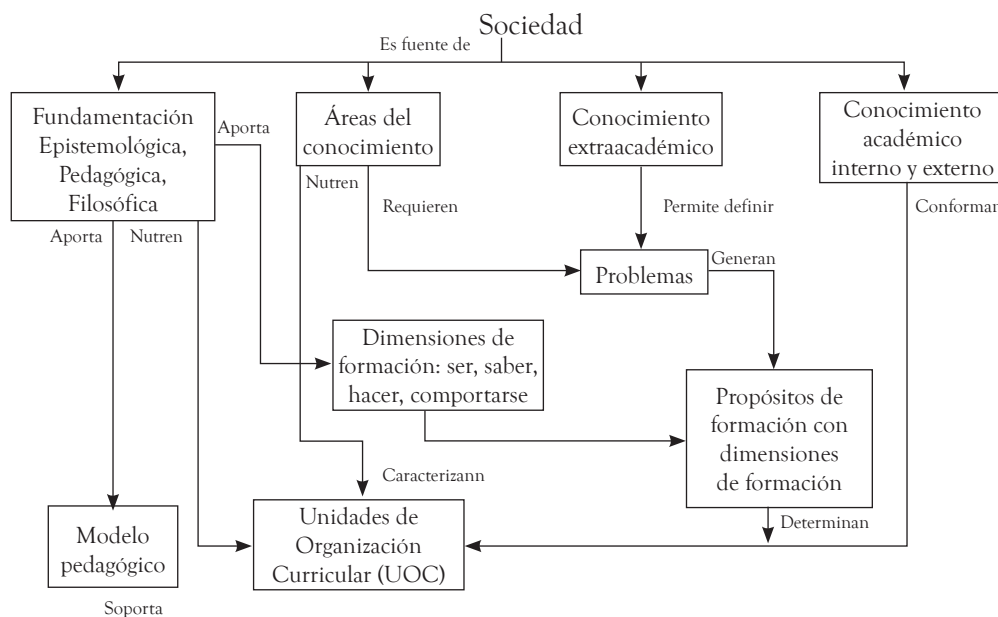


Figura 1. Contribuciones de las fuentes del conocimiento

Fuente: elaboración propia.

aportan al currículo y que luego se desagregan en unidades temáticas, organizadas para facilitar la enseñanza y el aprendizaje.

Las cuatro fuentes de conocimiento antes descritas confluyen en un solo propósito como es el logro de la formación integral que da cuenta de las capacidades de un profesional para intervenir las realidades sociales y el medio natural, con solvencia ética, intelectual y práctica en provecho del progreso social, humano, científico y tecnológico.

Los problemas, las Unidades de Organización Curricular y las competencias son los elementos centrales del modelo curricular propuesto. Los problemas son la razón del ser del currículo, ellos justifican la existencia de un programa de formación. Las Unidades de Organización Curricular conforman el cuerpo del modelo. Las competencias representan el resultado de la aplicación de dicho modelo [16, 17]. Este artículo no incluye las competencias, las cuales son objeto del trabajo referido en [18].

1.2 NIVELES DE LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO CURRICULAR

El conocimiento y los recursos del currículo, necesarios para la formación, se organizan en tres niveles: macro-curriculum, meso-curriculum y micro-curriculum. Estos niveles son tratados en [19, 20].

1.2.1 Macro-curriculum

Corresponde a este nivel la identificación de problemas generales que deba resolver un programa y la definición de los grandes temas de las áreas del conocimiento universal que aporten a la solución de tales problemas.

El macro-curriculum contiene la fundamentación, la contextualización, los problemas, los propósitos de formación, las competencias generales de los egresados de un programa y las áreas del conocimiento propias.

1.2.2 Meso-curriculum

En este nivel se especifican las áreas temáticas profesionales, las áreas temáticas básicas, las competencias del egresado soportadas por las áreas temáticas profesionales, las competencias soportadas por las áreas temáticas básicas, la definición de unidades temáticas (cursos, asignaturas, etc.) con sus contenidos y sus propósitos, hasta llegar a la construcción del mapa general de unidades temáticas por niveles o semestres.

1.2.3 Micro-curriculum

Este nivel comprende la preparación de las actividades o experiencias de aprendizaje, que permitan la enseñanza de los contenidos de las unidades temáticas (asignaturas, cursos) utilizando apropiadas estrategias didácticas.

Se consideran en el micro-curriculum las unidades temáticas (asignaturas, cursos), las estrategias de presentación de unidades temáticas adoptadas, los contenidos temáticos, los mapas conceptuales, los objetivos, metodologías y demás recursos didácticos para el desarrollo de estos contenidos, las competencias que adquirirán los estudiantes en razón de la apropiación de los referidos contenidos y la programación espacio-temporal del desarrollo los temas y de las estrategias adoptadas.

En los programas de ingeniería es importante la metodología de proyectos, la cual se puede articular con otras estrategias, tales como: las clases magistrales, los juegos, el estudio de casos, etc.

Se menciona en los tres niveles del currículo el concepto de competencias, el cual está fuera del alcance de esta propuesta y cuya incorporación en el modelo curricular corresponde a un trabajo en curso.

El interés de este artículo está centrado en el macro y en el meso-curriculum, es decir hasta la elaboración del plan de estudios con los contenidos de cada una de las unidades temáticas. En este nivel

se aprecia la validez del concepto de problema para fundamentar la determinación de unidades temáticas con contenidos significativos y pertinentes.

2 LOS CAMINOS DE LA FORMACIÓN INTEGRAL

El currículo del programa debe responder a los problemas planteados en el contexto social. La solución de los problemas, en el marco del conocimiento, busca que los profesionales se apropien de estos para intervenir con autonomía, responsabilidad y solvencia técnica, tecnológica y científica en la construcción y aplicación del conocimiento,

en bien de la sociedad, con criterios de equidad y de respeto a los derechos de los individuos. Este propósito concita todas las dimensiones del ser humano: física, mental, emocional y social.

En la respuesta a los problemas planteados en el contexto social, elaborada por el colectivo de profesores del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Antioquia, se introducen cuatro dimensiones consideradas esenciales para formación integral de los individuos: *ser, saber, hacer, comportarse*. La contribución de cada una de las cuatro dimensiones de formación, en función de la formación integral de los individuos, se expresa en la tabla 1.

Tabla 1. Dimensiones Humanas de la formación integral.

<p><i>El ser</i> Tiene el propósito de desarrollar capacidades personales en lo humano, lo intelectual, y lo ético para actuar de manera autónoma y responsable</p>
<p><i>El saber</i> Busca la promoción de saberes y conocimientos empíricos, técnicos, tecnológicos o científicos que servirán de referencia para afrontar calificadamente la solución de los problemas.</p>
<p><i>El hacer</i> Propicia el desarrollo de destrezas para el tránsito de los propósitos desde las abstracciones, las ideas y las reflexiones hacia las concreciones, el montaje y la materialización de las imágenes de un objeto o fenómeno. Se trata, entonces, de que se exteriorice el potencial de elaboración empleando conocimientos, experiencias e intuiciones.</p>
<p><i>El comportarse</i> Pretende contribuir a la formación para la interacción con la sociedad, la naturaleza, y la cultura con criterios de dignidad, solidaridad y justicia. Enaltece la disposición y comportamiento frente al otro.</p>

Fuente: elaboración propia.

3 DESCRIPCIÓN DEL MODELO PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS ÁREAS Y UNIDADES TEMÁTICAS

El conocimiento esencial para el desarrollo de los procesos de elaboración del currículo está

organizado en cuatro fuentes identificadas con los cuatro conceptos del nivel superior de la figura 2.

El objetivo de la primera fuente de conocimiento representado en la figura 2 es aportar los conceptos de la filosofía, la epistemología, la psicología y la pedagogía a la determinación de las dimensiones humanas de la formación integral de los indivi-

duos, al establecimiento del modelo pedagógico que define las relaciones de los estudiantes y de los docentes con el conocimiento y con los recursos necesarios para el aprendizaje. Igualmente, esta primera fuente contribuye a la conformación de las unidades de organización curricular (en adelante UOC), las cuales son unidades de conocimiento definidas con el objetivo de satisfacer los propósitos de formación de un programa.

El conocimiento incorporado en las UOC es el requerido para resolver, mediante el programa de formación, los problemas identificados en la sociedad y proviene principalmente de la segunda fuente de conocimiento, representado en la figura 2 como áreas del conocimiento universal, con sus

estructuras y métodos para su descubrimiento y su elaboración.

La generación de los propósitos de formación, los cuales definen el rumbo del programa de formación, marca el inicio de la elaboración del currículo a partir de los problemas. Estos son la base del modelo de construcción curricular para programas de ingeniería, objeto del presente artículo. Los problemas son definidos a partir del conocimiento del contexto social, denominado conocimiento extraacadémico en la tercera fuente de conocimiento, representado en la figura 2. La búsqueda de las soluciones a los problemas identificados en el contexto social está orientada por los propósitos de formación centrados en el ser,

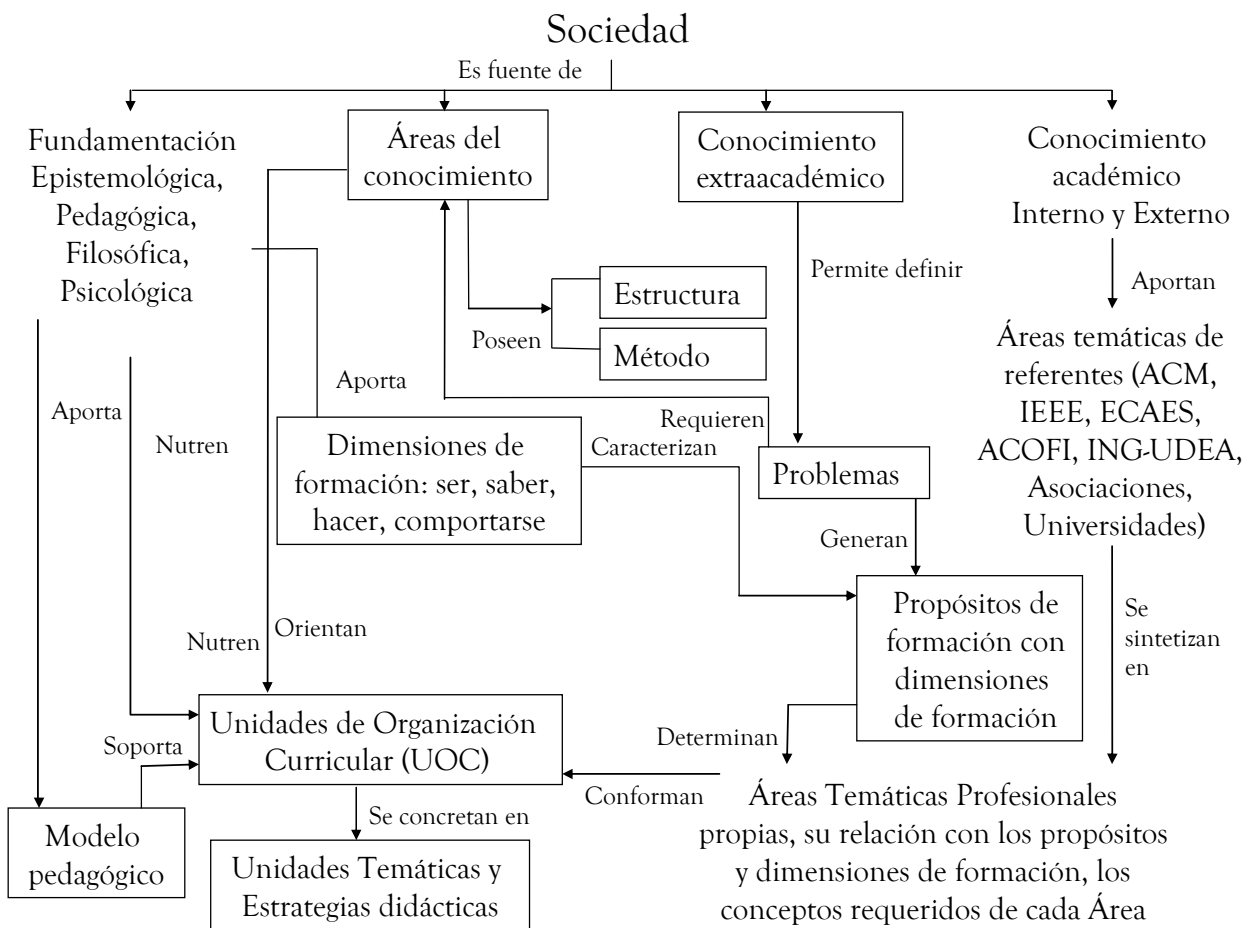


Figura 2. Estructura del modelo para la determinación de las áreas y unidades temáticas

Fuente: elaboración propia.

el *saber*, el *hacer* y el *comportarse*, definidos en este trabajo como las cuatro dimensiones humanas de la formación integral, las cuales trazan el camino de la formación de los ingenieros.

El currículo fundado en los problemas y alimentado por el conocimiento universal, como toda construcción del conocimiento, no comienza desde cero. Es necesario incorporar el conocimiento académico interno y externo, ubicado en la cuarta fuente propuesta para la construcción de los currículos. De esta fuente se toma el conocimiento de las áreas temáticas generales trabajadas por organizaciones científicas y técnicas, universidades, entidades oficiales y privadas, tanto nacionales como extranjeras, encargadas del desarrollo y el control de los programas y de sus currículos. Algunos de estos referentes académicos y sus contribuciones se encuentran en [14, 21, 22]. Esta fuente incluye, también, los currículos actuales y el conocimiento y experiencias de la institución responsable del programa en estudio. Las áreas temáticas generales se depuran con base en los propósitos de formación, definidos en las cuatro dimensiones de la formación integral, con el fin de determinar las áreas temáticas propias del programa. De esta forma, éstas incorporan los conceptos requeridos para satisfacer los propósitos de formación del programa en las cuatro dimensiones de formación antes mencionadas. Los conceptos de las áreas temáticas propias permiten conformar las U.O.C, en las cuales los conceptos son nutridos y completados con los contenidos, estructuras y métodos ofrecidos por las áreas del conocimiento universal correspondientes la segunda fuente de conocimientos en la figura 2.

Las UOC contienen los conceptos que los profesionales deben dominar para afrontar los problemas que dieron origen al programa.

Los conocimientos y las competencias de las UOC se concretan en las unidades temáticas (cursos, talleres, conferencias, seminarios, etc.), para las cuales se adoptan las estrategias didácticas apropiadas.

4 DETERMINACIÓN DE LOS CONTENIDOS DE LAS ÁREAS Y DE LAS UNIDADES TEMÁTICAS

El currículo pretende el desarrollo integral de los estudiantes, de tal manera que les permita afrontar la búsqueda y aplicación de las soluciones requeridas por la problemática social que dio origen al programa, y la definición de sus propósitos de formación. Tres grandes componentes se han identificado en el plan de estudios del currículo: componente profesional, componente básica profesional y componente de las ciencias básicas.

En las ingenierías la componente de las ciencias básicas se nutre de las ciencias exactas y naturales y de las ciencias sociales y humanas, las cuales contribuyen al desarrollo de las capacidades intelectuales y a fundamentar los conocimientos avanzados que se requieren para la identificación y caracterización de los problemas y para la conceptualización, concepción y realización de las soluciones pertinentes. La componente básica profesional o simplemente ingeniería básica reúne los conocimientos intermedios, esenciales para la adquisición de los conocimientos avanzados y para el logro de las competencias relacionadas con la componente profesional, tanto técnica como socio-humanística. Los conocimientos de la componente básica profesional están fundados en los conocimientos de la componente de ciencias básicas y pueden pertenecer a la componente profesional de otros programas. La componente profesional comprende los conocimientos científicos y tecnológicos avanzados conducentes al logro de las competencias que caracterizan los profesionales de las distintas ramas de la ingeniería.

La identificación de los problemas para cuya solución la sociedad requiere un programa de formación se efectúa a partir de conocimientos sólidos existentes y/o de investigaciones dirigidas a realizar tal diagnóstico. En este estudio la recolección de los conocimientos y diagnósticos elaborados por expertos y las realizaciones posteriores fueron efectuadas

por un colectivo de profesores del Departamento de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Antioquia. Dentro de los problemas detectados, otros requisitos más específicos pueden aparecer dando origen a programas más especializados. Tal es el caso de un currículo de ingeniería orientado hacia la práctica de ingeniería multidisciplinaria y concurrente, descrito en [18].

Los problemas permiten generar los propósitos de formación del programa, los cuales contribuyen a la determinación de las áreas temáticas profesionales propias y sus conceptos temáticos, correspondientes a cada una de las cuatro dimensiones de la formación integral. Dichas áreas temáticas permiten conformar las UOC de la componente profesional, determinar las unidades temáticas con sus contenidos y elaborar el plan de estudios por semestres. Así, el modelo propuesto posibilita la gestión de los conocimientos incorporados al currículo, desde la definición de los problemas hasta la elaboración del plan de estudios.

4.1 Identificación de los problemas

Con base en la información de estudios existentes y en los resultados de investigaciones conducentes a caracterizar el estado de desarrollo social, económico, científico y tecnológico regional, nacional e internacional [23] se precisa el objeto de estudio del programa y se procede a la identificación de los problemas en el campo de la inge-

nería, correspondientes al programa para el cual se construye el modelo curricular. Este campo de intervención corresponde al objeto propio del programa. El conjunto de problemas permite definir un propósito general y unos propósitos específicos. Esto es, los objetivos, general y específicos, que el programa de formación se propone alcanzar.

En nuestro caso de aplicación, los estudios diagnósticos y prospectivos sobre el desarrollo de la industria del *software* [24], los planes de desarrollo regionales [25] y en general las publicaciones sobre el impacto de las tecnologías de la información y de la comunicación en el desarrollo económico y social [2], permitieron al colectivo de docentes centrar el objeto de estudio en los *sistemas físicos y/o lógicos de procesamiento simbólico* e identificar los problemas a los cuales debe responder el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Antioquia. Un enunciado general de los problemas en términos de campos en los cuales se reclama una intervención aparece en la tabla 2. Este enunciado de los problemas en términos de soluciones identifica los problemas con el objeto propio y guía la formulación de preguntas que permitan detallar los propósitos de formación.

4.2 Definición de los propósitos de formación

Los problemas identificados con base en el conocimiento de la sociedad requieren la interven-

Tabla 2. Necesidades de intervención por parte de la Ingeniería de Sistemas.

Desarrollo de soluciones informáticas para la transacción (transmisión, consulta, almacenamiento y procesamiento) de información a través de amplias redes de computadores.
Desarrollo de sistemas informáticos que apoyen la gestión organizacional moderna
Desarrollo de herramientas informáticas didácticas, que apoyen el proceso docente-educativo.
Automatización y control de procesos.

Fuente: elaboración propia.

ción de un programa que propicie la formación de ingenieros capacitados para asumir la búsqueda de las soluciones a dichos problemas. Para enfrentar este reto, los programas adoptan un propósito general, detallado luego en un conjunto de propósitos de formación específicos. El propósito general expresa la respuesta global que da el currículo a los grandes problemas identificados en el contexto social y organizacional.

Para la Ingeniería de Sistemas, nuestro caso de aplicación, el propósito de formación, de acuerdo con los problemas planteados en la tabla 1, se enuncia como sigue:

“El programa de Ingeniería de Sistemas articula la investigación, la docencia y los servicios a la sociedad, para la formación integral de los ingenieros de sistemas, vinculándolos al estudio crítico de las realidades y a la realización de proyectos que impulsen el desarrollo social, económico y cultural de las regiones y del país, de tal manera que puedan intervenir con solvencia científica, tecnológica y ética las realidades del dominio del conocimiento, de la información y de la computación en el contexto nacional e internacional”.

Los propósitos específicos son las respuestas que deben darse a las preguntas formuladas en torno a lo que tiene que saber el ingeniero para afrontar la solución a cada uno de los problemas presentados en la tabla 2. Las respuestas son enmarcadas en el espacio determinado por las cuatro dimensiones de formación (*ser, saber, hacer y comportarse*) y son evaluadas para saber cuáles de esas dimensiones son cubiertas por la respuesta. Para cada uno de los propósitos específicos queda explícito en cuáles de las cuatro dimensiones de formación centra su intervención. Las preguntas y las respuestas deben ser formuladas por expertos en los campos de conocimiento correspondientes. Las preguntas comienzan con la palabra *cómo*, seguida de un verbo que exprese acciones conducentes a completar la solución al problema planteado. La pregunta se completa con un concepto implicado

en dicha solución. Por ejemplo, en el caso de la Ingeniería de Sistemas, para el segundo problema de la tabla 2 se plantearon las preguntas registradas en la tabla 3.

Tabla 3. Preguntas en torno al problema 2

Problema 2: El desarrollo de sistemas informáticos que apoyen la gestión organizacional moderna.
¿Cómo se desarrollan soluciones secuenciales y concurrentes?
¿Cómo se diseñan sistemas de archivo y bases de datos?
¿Cómo se diseñan consultas e informes?
¿Cómo se desarrollan lenguajes para aplicaciones específicas?
¿Cómo se diseñan protocolos de comunicación?
¿Cómo se desarrollan interfaces hombre-máquina?
¿Cómo se configuran redes de computadores?

Fuente: elaboración propia.

Estas preguntas formuladas desde el contexto social se amplían al precisar más los problemas en razón de exigencias detalladas, como las que se plantean para un determinado ejercicio de la ingeniería. Por ejemplo, en [18] en relación con la práctica de la ingeniería concurrente nuevas preguntas fueron adicionadas.

De la misma manera, se formularon las preguntas para los otros tres problemas enunciados en la tabla 2. Las respuestas a las preguntas son contribuciones detalladas a la solución de los problemas y constituyen, también, responsabilidades que debe asumir el programa de Ingeniería de Sistemas para lograr el propósito de formación general, planteado antes como la respuesta global del programa al conjunto de problemas expresados en la tabla 2. Las respuestas son, en efecto, propósitos de formación específicos. Algunas de las respuestas corresponden a aspectos planteadas en varias preguntas. De esta manera se conforma un grupo de respuestas que satisfacen todas las preguntas presentadas.

Tabla 4. Propósitos de formación del programa de ingeniería de sistemas.

<i>Propósitos de Formación Específicos</i> <i>El programa se propone que el egresado logre:</i>	<i>Saber</i>	<i>Hacer</i>	<i>Ser</i>	<i>Comportarse</i>
1. Comprender y aplicar leyes, conceptos, principios y teorías básicos del campo de las <i>Ciencias de la Computación</i> , como sustento científico y tecnológico en el desarrollo de <i>software</i> y hardware.	S			
2. Comprender y aplicar conceptos, principios y teorías del campo de la ingeniería de <i>software</i> en la especificación, diseño e implantación de sistemas que se ajusten a condiciones técnicas, económicas éticas, sociales, y legales.	S	S		
3. Abstracter comportamientos y modelar fenómenos en dominios que pueden caer fuera del ámbito de la computación, apreciando el valor de dichas competencias intelectuales en el proceso de diseño en ingeniería.		S	S	S
4. Evaluar las soluciones planteadas, al igual que los impactos producidos, bajo estándares de calidad aceptados por la comunidad profesional perteneciente al ramo.		S		
5. Identificar posibles violaciones de seguridad, privacidad y propiedad intelectual; conocer las consecuencias legales de ellas y estimar su impacto sobre la información de las instituciones, durante el desarrollo y la utilización del <i>software</i> .	S	S		
6. Comprender y aplicar leyes, conceptos, principios y teorías básicas del campo de la <i>Ingeniería de Computadores</i> , para que en el desarrollo de sistemas se tengan en cuenta las restricciones impuestas por la relación <i>software-hardware</i>	S	S	S	S
7. Comprender y aplicar leyes, conceptos, principios y teorías básicas del campo de los <i>Sistemas de Información</i> computacionales con el objeto de diseñar, desarrollar, documentar y evaluar proyectos coherentes, claros, viables -legal, técnica y económicamente- y congruentes con los objetivos de las organizaciones.	S	S		
8. Gerenciar dependencias encargadas de los sistemas de información de las organizaciones.		S	S	S
9. Emplear su potencial creativo en el desarrollo y su capacidad innovadora en la adaptación de tecnologías, para la satisfacción de necesidades de su entorno socio-económico.		S		
10. Desempeñarse con ética en su ejercicio profesional y su conducta personal.		S	S	S
11. Suministrar soporte técnico, con transparencia y honestidad, para garantizar el funcionamiento de los sistemas de información de las organizaciones.			S	S
12. Desempeñarse con respeto, iniciativa y efectividad en equipos de trabajo, para el desarrollo de proyectos institucionales.		S	S	S
13. Comunicar en forma verbal, escrita y gráfica, y argumentar de manera clara, coherente y respetuosa, propuestas relacionadas con el desarrollo de sistemas de información y las repercusiones de su implantación en la organización y el medio.			S	S
14. Gestionar proyectos, en especial los que involucran tecnologías informáticas, estableciendo compromisos aceptables dentro de los límites de costo, tiempo, conocimiento, y sistemas existentes.		S	S	S
15. Comunicar sus ideas en una segunda lengua, con un buen nivel de competencia.	S	S	S	S
16. Administrar su propio aprendizaje y desarrollo personal, actualizándose en los avances de la disciplina, aprendiendo nuevos modelos, técnicas y tecnologías a medida que ellas emergen.		S		
17. Reflexionar críticamente el entorno global, con el objeto de plantear soluciones a problemas del contexto donde se desenvuelve.			S	S
18. Comprender conceptos y teorías acerca del proceso cognitivo, para aplicarlos en el desarrollo de sistemas.	S		S	S

Fuente: elaboración propia.

Los propósitos de formación del programa se analizaron con relación a 4 conceptos extraídos de la filosofía para definir la noción de formación integral: *ser, saber, hacer y comportarse*. Se tomaron estos conceptos para caracterizar el ideal de formación integral de los seres humanos. Para cada propósito se indicaron los conceptos cubiertos por éste. Así, se puede asegurar la orientación del programa hacia el logro de la formación integral del estudiante.

La tabla 4 contiene los 18 propósitos de formación específicos determinados para la Ingeniería de Sistemas.

Cada propósito específico se concreta en una o en varias dimensiones de formación que encabezan las cuatro columnas finales de la tabla 4. La letra S identifica las dimensiones de formación del correspondiente propósito enunciado.

La realización de cada propósito, por medio de las UOC y unidades temáticas que lo soporta tendrá que estar referida a las dimensiones de formación que le corresponden. Así, las respuestas que ofrece el programa conducen a la formación integral de ingenieros, concebida en termino del ser, del saber, del hacer y del comportarse.

El paso de las áreas temáticas generales tomadas de los referentes académicos a las áreas temáticas profesionales propias del programa de ingeniería y la determinación de los conceptos temáticos de estas áreas se explican en el numeral siguiente.

4.3 Determinación de las áreas temáticas propias y sus conceptos

Los modelos y propuestas de instituciones nacionales y extranjeras junto con los conocimientos y experiencias de la propia institución aportan las áreas temáticas generales y sus conceptos asociados en relación con el programa de ingeniería en estudio.

4.3.1 Áreas temáticas propias de la componente profesional

Las áreas temáticas generales antes mencionadas se cotejan con los propósitos de formación espe-

cíficos del mencionado programa, para obtener una síntesis de las áreas y de sus conceptos, ajustados a los propósitos del programa, conformando de esta manera las áreas temáticas generales propias. Desde la definición de los propósitos de formación se identifican, para cada uno de ellos, las dimensiones de formación (*ser, saber, hacer, comportarse*) en la cuales interviene. Esta caracterización en términos de las dimensiones de la formación integral se concreta en las áreas temáticas propias y luego en las unidades temáticas (*cursos, seminarios, talleres, etc.*).

Por la forma como fueron determinadas, las áreas temáticas propias están asociadas a un número de propósitos de formación específicos, caracterizados por las dimensiones de formación que ellos deben cubrir. No hay áreas sin propósitos, ni propósitos que no estén asociados al menos a un área temática propia.

Los propósitos de formación asociados a cada área propia y los conceptos temáticos de las áreas temáticas generales extraídas de los conocimientos académicos obtenidos de instituciones internas y externas permiten precisar las áreas temáticas propias de los programas de ingeniería y sus conceptos temáticos correspondientes, los cuales constituyen los contenidos de dichas áreas.

4.3.2 Áreas temáticas propias de la componente de ingeniería básica

Al establecer la correspondencia entre los propósitos de formación del programa de Ingeniería de Sistemas y las áreas temáticas generales con el fin de sintetizar las áreas temáticas propias, se encontraron conceptos que no se ubican directamente en las ciencias básicas, sino que son conceptos elaborados a partir de estas y algunos pertenecientes a áreas profesionales de otros programas. Estos conceptos constituyen el soporte para algunas áreas de la componente profesional y conforman la componente de Ingeniería básica para los programas de ingeniería.

Para el programa de Ingeniería de Sistemas, con el cual se ilustra la aplicación del modelo curricular propuesto, se conformaron dos áreas temáticas propias de ingeniería básica: evaluación de proyectos y obtención y aplicación de conocimiento.

La obtención de las áreas temáticas propias profesionales se ilustra con el caso de Ingeniería de Sistemas, en el cual se identificaron nueve áreas temáticas propias: algoritmia y programación, matemáticas discretas, administración de información, elementos sociales y profesionales, ingeniería de *software*, sistemas de información, arquitectura de máquinas y sistemas operativos, ciencia computacional, comunicación de datos. Las áreas temáticas propias están asociadas a un número de propósitos de formación específicos, caracterizados por las dimensiones de formación que ellos deben cubrir.

4.4 CONFORMACIÓN DE UNIDADES DE ORGANIZACIÓN CURRICULAR

Con el propósito de facilitar la enseñanza y el aprendizaje, objetivos centrales del currículo, los contenidos y los propósitos de formación pertenecientes a cada área temática propia pueden ser organizados en una o varias UOC, más acordes con dichos propósitos curriculares.

4.4.1 *Unidades de organización curricular de la componente profesional*

Con los propósitos de formación asociados a cada área se elabora un propósito general de formación a ser alcanzado por el área, conformándose de esta manera unidades curriculares con un objetivo definido. Estas unidades respaldan los propósitos de formación y constituyen la componente profesional del programa. Ellas se denominan UOC de la componente profesional.

El objetivo general de cada UOC, construido a partir de los propósitos de formación a los cuales debería contribuir, incorpora las cuatro dimensiones de formación adoptadas para orientar los programas de ingeniería hacia la formación integral. El objetivo se enunció con el espíritu de incidir en lo posible en las cuatro dimensiones de la formación integral antes descritas.

Las UOC de la componente profesional definen y desarrollan las competencias profesionales de los egresados.

Los conceptos temáticos de las UOC se organizan en unidades temáticas (cursos, asignaturas, etc.) acondicionadas para la enseñanza y el aprendizaje. Para cada una de estas se adoptan estrategias didácticas tales como: proyectos, clases magistrales, seminarios, conferencias, prácticas, etc., las cuales facilitan su enseñanza y la apropiación del conocimiento por parte de los estudiantes.

La estrategia de proyecto, en su concepción de etapas, de procesos y de aprovechamiento de recursos, es algo propio del ejercicio de la ingeniería y constituye, por lo tanto, una guía familiar y eficaz en el desarrollo de los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la ingeniería.

En otro artículo en curso de elaboración se explica la conformación de las UOC de la componente de las ciencias básicas para los programas de ingeniería y la determinación de sus competencias.

En el caso práctico de la Ingeniería de Sistemas, que nos ocupa, cada área temática propia conformó una UOC con el mismo nombre y contenidos. Las nueve UOC obtenidas se describen en la tabla 5.

4.4.2 *Unidades de organización curricular de la componente ingeniería básica*

Las áreas propias que no se alinean directamente con los propósitos de programa de formación en estudio, pero que sí son soporte esencial para el logro de dichos propósitos constituyen también UOC que deben ser ofrecidas por programa

para garantizar el apoyo en los términos en que lo requieren otras UOC de la componente profesional del programa.

Tal como en el caso de la componente profesional para el caso de estudio en Ingeniería

de Sistemas, cada área temática de la componente ingeniería básica dio lugar a una UOC, aunque en otros casos se puedan obtener varias UOC por cada área propia.

Tabla 5. UOC del programa de ingeniería de sistemas

<i>UOC del programa de Ingeniería de Sistemas</i>	<i>Objetivo general de la UOC</i>	<i>Propósitos de formación</i>
Algoritmia y Programación	Conocer, evaluar y usar las principales técnicas de solución de problemas y de representación de la información, utilizando el computador como herramienta, y experimentar con lenguajes de comunicación con la máquina desde el punto de vista del usuario y el formal.	1,2,3,4,6
Matemáticas Discretas	Comprender y aplicar los conceptos y propiedades de las estructuras matemáticas, en la representación y estudio de fenómenos discretos.	1
Administración de Información.	Capturar, representar, organizar, transformar y presentar la información, con base en algoritmos eficientes y efectivos, para el acceso, actualización y almacenamiento físico y lógico de la información, incluyendo aspectos de seguridad, privacidad e integridad.	2, 5, 7
Elementos Sociales y Profesionales.	Desempeñar la profesión con conocimiento, aptitud y actitud de manera ética, con fluidez en la comunicación, con acople multidisciplinario y responsabilidad social.	8,9,10,12,13,15,16,17
Ingeniería de Software	Construir <i>software</i> , mediante la aplicación de metodologías de desarrollo, operación, mantenimiento y estándares internacionales, que satisfaga las necesidades del cliente con altos niveles de calidad.	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 17, 18, 10, 12, 13
Sistemas de Información	Gestionar las tecnologías informáticas para soportar las estrategias organizacionales, haciendo énfasis en los procesos de negociación, administración y control	5, 7, 8, 9, 11, 14, 17, 10, 12, 13
Arquitectura de Máquinas y Sistemas operativos	Comprender y aplicar principios básicos, metodologías y técnicas de diseño de los sistemas computacionales, en forma jerárquica desde componentes primarios hasta sistemas complejos.	6, 2
Ciencia computacional	Simular diferentes tipos de sistemas, construyendo y utilizando formulaciones matemáticas, métodos, herramientas computacionales y visuales.	1, 3, 4, 13
Comunicación de Datos	Comprender y aplicar los conocimientos básicos requeridos para el proceso de transmisión de información, el modelamiento, el diseño y la evaluación de rendimiento en redes de datos, utilizando criterios de eficiencia, seguridad, legalidad e interoperabilidad	1, 5, 6, 11, 18

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6. UOC de la componente ingeniería básica

UOC de la componente Ingeniería básica del programa de Ingeniería de Sistemas	Objetivo general de la UOC (competencia general soportada por la UOC)	Propósitos de formación
Obtención y aplicación de conocimiento	Construir, evaluar y aplicar modelos y métodos de obtención de datos, información y otras formas de conocimiento relacionados con fenómenos determinísticos o probabilísticos	2,3,4,5,6,7,8,9,11,14
Evaluación de Proyectos	Realizar la evaluación económica de las distintas fases de un proyecto de ingeniería.	2,3,4,5,6,7,8,9,11,14

Fuente: elaboración propia.

Las dos UOC de ingeniería básica: evaluación de proyectos y obtención y aplicación de conocimiento, definidas para el programa de Ingeniería de Sistemas son presentadas en la tabla 6.

4.5 Determinación de las unidades temáticas de las UOC

Los conceptos de las UOC apuntan a un objetivo general, el cual representa logros diversos que deben alcanzarse para satisfacer los propósitos de formación a los cuales cada UOC debe aportar. Por esta razón, las UOC tienen que organizarse en unidades temáticas adecuadas para lograr los propósitos de aprendizaje correspondientes al currículo. Las unidades temáticas son precisamente unidades de conocimiento conformadas para facilitar su enseñanza y su aprendizaje.

Por ejemplo, para el caso de estudio en Ingeniería de Sistemas, la UOC ingeniería de *software*, cuyos contenidos temáticos no se incluyeron en la tabla 5 por limitaciones de espacio, se determinaron cuatro unidades temáticas: ingeniería de requisitos, ingeniería de software, construcción de software, y calidad del software.

En igual forma se obtuvieron las unidades temáticas para las dos UOC de la componente de ingeniería básica. Los contenidos temáticos de la UOC obtención y aplicación del conocimiento se

agruparon en tres unidades temáticas: estadística para ingenieros, diseño de experimentos, y procesos estocásticos. A su vez, los contenidos temáticos de la UOC evaluación de proyectos se reunieron en dos unidades temáticas: ingeniería económica, y economía y gestión de proyectos.

Las cuatro unidades o cursos de la UOC ingeniería de *software* y los cinco cursos de las dos UOC de ingeniería básica antes descritas se incluyeron en el nuevo plan de estudios del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Antioquia adoptado en el año 2008 [26].

4.6 Realización de los propósitos de formación por medio de las UOC

Cada propósito es realizado por las unidades temáticas de las UOC que lo soportan. En la tabla 5 se muestran, a manera de ejemplo, las nueve UOC del programa de Ingeniería de Sistemas. La última columna de esta tabla contiene los identificadores de los propósitos de formación que son apoyados por cada UOC

Siguiendo con nuestro caso de aplicación, la UOC ingeniería de *software* soporta los propósitos de formación 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 12, 13, 17, 18, como se aprecia en la tabla 5. Esto indica que la UOC ingeniería de *software* tiene que contribuir

al logro de los propósitos de formación antes enumerados y actuar en las dimensiones de formación correspondientes a cada uno de los propósitos. El propósito 5, por ejemplo, cubre las cuatro dimensiones de formación, y por lo tanto la UOC ingeniería de *software* y sus unidades temáticas deben incluir contenidos y estrategias de enseñanza en las dimensiones del *ser*, del *saber*, del *hacer* y del *comportarse*, con la finalidad de que el programa pueda satisfacer dicho propósito enunciado como sigue: *identificar posibles violaciones de seguridad, privacidad y propiedad intelectual; conocer las consecuencias legales de ellas y estimar su impacto sobre la información de las instituciones, durante el desarrollo y la utilización del software.*

Los contenidos determinados para la UOC ingeniería de *software* representan conceptos que tienen que ver con la formación en el *ser*, en el *saber*, en el *hacer*, y en el *comportarse*. Por ejemplo, algunos contenidos identificados en esta UOC, tales como: la propiedad intelectual del *software*, el desarrollo de *software* libre, el licenciamiento del *software*, la negociación, el desarrollo y utilización colaborativo del *software*, el desarrollo y aprovechamiento distribuido, etc., comprometen todas las dimensiones del ser humanos y tienen, por lo tanto, componentes del *ser*, del *saber*, del *hacer*, y del *comportarse* que tienen que incluirse para su enseñanza y su aprendizaje en unidades temáticas de esta UOC. Además, se deben establecer las estrategias para la enseñanza y el aprendizaje de dichos conceptos.

Este seguimiento permite verificar que la satisfacción de los propósitos de formación mediante los contenidos temáticos de las UOC, se realiza en las cuatro dimensiones de formación adoptada en nuestro modelo para la búsqueda de la formación integral de los ingenieros.

4.7 Vinculación de las unidades temáticas a los propósitos de formación

Las unidades temáticas detallan y organizan los conceptos de sus UOC y se ocupan directamente

del logro de los propósitos de formación a los cuales estas deben contribuir. Los contenidos de las unidades temáticas deben, por lo tanto, apuntar a la satisfacción de los propósitos de formación de sus UOC en las mismas dimensiones de formación asumidas por dichos propósitos.

Continuando en la aplicación del modelo propuesto en este artículo, en la UOC ingeniería de *software*, se debe verificar que los propósitos de formación establecidos en las cuatro dimensiones adoptadas en la dirección de la formación integral sean igualmente asegurados por sus unidades temáticas: ingeniería de requisitos, ingeniería de *software*, construcción de *software*, y calidad del *software*.

Los conceptos mostrados en el numeral anterior para la UOC ingeniería de *software* en relación con el propósito de formación número 5, en tabla 4, son desarrollados, por ejemplo, en algunos contenidos de la unidad temática ingeniería de requisitos, donde fueron determinados, entre otros, los contenidos: requisitos de seguridad en los sistemas y su impacto social, económico, y técnico; la prevención de fallas desde las etapas tempranas de desarrollo, el desarrollo y control de proyectos, el desarrollo de *software* libre, la negociación de requisitos, etc.

Las anteriores observaciones llevan a un mayor nivel de detalle la verificación de la satisfacción de los propósitos de formación, mediante los contenidos temáticos de las UOC. En este nivel se alcanza a verificar que la satisfacción de los propósitos de formación mediante los contenidos de las unidades temáticas de la UOC ingeniería de *software*, se realiza en las cuatro dimensiones de formación adoptada en nuestro modelo para la búsqueda de la formación integral de los ingenieros.

De esta manera, los problemas de los contextos social y organizacional que dieron origen a los propósitos de formación pueden ser enfrentados por ingenieros capacitados para ser personas y construir sociedad, para generar y aplicar conocimientos, para tomar decisiones responsables y autónomas en el nivel personal y con relación a la sociedad,

y para aplicar la ciencia, la tecnología y la técnica con responsabilidad en sus intervenciones en la sociedad, en la naturaleza y en las organizaciones.

5 CONCLUSIÓN Y TRABAJO FUTURO

El modelo de construcción sistemática de currículos a partir de problemas identificados en los contextos social y organizacional, expuesto en este artículo, es un paso importante en la realización de currículos adaptables a los cambios en los contextos. Igualmente, es una contribución a la evaluación y mejoramiento continuo de los currículos.

Las soluciones que utilizan el concepto de problema [3, 27] lo hacen para la creación de cursos o para la elaboración de estrategias didácticas, pero no para construir el currículo completo a partir de los problemas.

El concepto de formación integral es considerado en algunos modelos, tales como los aplicados en [28] pero no consideran una manera sistemática de verificar la inclusión de las dimensiones de la formación integral en todas las etapas de la construcción del currículo, desde la identificación de los problemas hasta la conformación de las unidades temáticas. Algunos modelos no ofrecen un modo consistente de llevar el concepto de la formación integral a las unidades temáticas. Tampoco proponen los modelos existentes la verificación de la correspondencia entre los contenidos de las unidades temáticas, pertenecientes a las distintas dimensiones de la formación integral, y los propósitos de formación soportados por dichas unidades temáticas.

El modelo propuesto en este artículo se utilizó para la construcción de un currículo en el campo de la Ingeniería de Sistemas y se pretende su aplicación en otras ramas de la ingeniería.

Se trabaja actualmente en el desarrollo de un sistema computarizado de apoyo a la creación de

los currículos, cubriendo desde la identificación de los problemas de los contextos social y organizacional hasta la evaluación de la correspondencia entre los contenidos de las unidades temáticas en cada dimensión de la formación integral, y los propósitos de formación soportados por dichas unidades temáticas.

Se requieren nuevos trabajos para sistematizar la recolección del conocimiento de las distintas fuentes, para la gestión del conocimiento curricular y para establecer comparaciones con otros modelos.

REFERENCIAS

- [1] M. Smith. «Curriculum theory and practice. The encyclopaedia of informal education,» agosto, 2009; <http://www.infed.org/biblio/b-curric.htm>.
- [2] CEDEPOF. «Directrices para el desarrollo curricular. Nuevos currículos de TIC para el siglo XXI: el diseño de la educación del mañana,» julio, 2009; <http://tecnologiaedu.us.es/bibliovir/pdf/spanishcurguid.pdf>.
- [3] E. Crawley et al., *Rethinking Engineering Education. The CDIO approach*, New York: Srpinger, 2007.
- [4] E. A. Moreno, «Concepciones de práctica pedagógica,» *Folios*, vol. *segunda época*, no. 16, 2002.
- [5] J. E. Stone, «Teacher Training and Pedagogical Methods,» en Hoover Institution/Pacific Research Institute Teacher Quality Conference Stanford University, 2000.
- [6] J. Delors, *La educación encierra un tesoro*, Madrid: Santillana, 1996.
- [7] T. Davies, «Creative teaching and learning in Europe: Promoting a new paradigm,» *The curriculum journal*, vol. 17, no. 1, pp. 37-57, 2006.
- [8] G. Urrego, y G. L. Giraldo, «Incorporación de las competencias al modelo de construcción de currículos de ingeniería basados en problemas: el caso de la ingeniería de sistemas,» *Avances en sistemas e informática*, vol. 6, no. 2, 2009.
- [9] O. Valera Alfonso, *Orientaciones pedagógicas contemporáneas*, Santafé de Bogotá: Magisterio, 1999.
- [10] J. D. Novak, y D. B. Gowin, *Aprendiendo a aprender*, Barcelona: Martínez Roca, 1999.
- [11] J. G. Fichte, *Discursos a la nación alemana*, Madrid:

- Editorial Nacional, 1977.
- [12] R. Vega Miche, y R. Corral Ruso, «La fuente epistemológica del currículo, referente imprescindible en el diseño de una carrera dirigida a la investigación científica,» *E-Curriculum*, vol. 2, no. 1, http://www.pucsp.br/ecurriculum/artigos_v_2_n_1_dez_2006/fuente_epistemologica.pdf, [2006].
- [13] A. Davis, y K. Williams, «Epistemology and curriculum,» en *The Blackwell guide to the philosophy of education*, N. Blake, P. Smeyers, R. Smith *et al.*, eds., pp. 253-270, Oxford: Blackwell Publishing Ltd, 2003.
- [14] ACM, *Computer Curricula, Information Technology Volume version: octubre 2005*, SIGITE (Special Interest Group on Information Technology Education) of the ACM (Association for Computing Machinery); http://www.acm.org/education/curric_vols/IT_October_2005.pdf, 2005.
- [15] I. C. Society, *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge, SWEBOOK™, 2004 version*, 2004.
- [16] J. Puig, y B. Hartz, «Concepto de competencia y modelos de competencias de empleabilidad,» en Primer Encuentro Internacional de Educación Superior: Formación por competencias, Medellín, 2005.
- [17] M. L. Carióla, y A. M. Quiroz, «Competencias generales laborales y curricula,» en *Competitividad, redes productivas y competencias laborales*, M. Novick and M. A. Gallart, eds., Montevideo: CINTERFOR y Red Educación y Trabajo, 1997.
- [18] G. L. Giraldo, y G. Urrego Giraldo, «Problem-based construction of engineering curricula for multidisciplinary and concurrent engineering practice,» en 16th ISPE International Conference on Concurrent Engineering (CE2009), Taiwan, 2009.
- [19] U. de Antioquia, «Documento Rector Transformación Curricular. Comité de Currículo. Facultad de Ingeniería,» 2005.
- [20] U. de Antioquia, «Documento Meso-currículo Transformación Curricular Ingeniería de Sistemas. Departamento de Ingeniería de Sistemas. Facultad de Ingeniería,» 2006.
- [21] ACOFI, *Contenidos programáticos básicos para ingeniería. Primera versión*, Bogotá: ACOFI, 2004.
- [22] ACOFI, *El ingeniero colombiano del año 2020. Retos para su formación*, Bogotá: ACOFI, 2007.
- [23] L. Morell *et al.*, «Engineering Capacity Building in Latin America,» 2006.
- [24] C. d. C. y T. d. Antioquia, *Cátedra del Software. Propuestas para fortalecer la industria del software en Antioquia*, Medellín, 1999.
- [25] G. d. Antioquia, «Plan de Desarrollo de Antioquia «Manos a la obra» 2008-2011,» 2008.
- [26] U. de Antioquia, «Pensum de Ingeniería de Sistemas,» 2008.
- [27] D.-C. Rau *et al.*, «Strategies for Constructing Problem-Based Learning Curriculum in Engineering Education,» en International Conference on Engineering Education, Gainesville, Florida, 2004.
- [28] G. Cadavid, y M. I. Urrego, *Construcción Académica del Instituto Tecnológico Metropolitano*, Medellín: Instituto Tecnológico Metropolitano, 2005.