

CURRÍCULOS ESTRUCTURADOS EN LA LÓGICA Y EL MÉTODO DE LA INGENIERÍA

RUBÉN DARÍO HERNÁNDEZ*
LUCÍA VICTORIA OSPINA**

RESUMEN

En una sociedad sujeta a la incertidumbre y a la dinámica del cambio permanente, se precisa de un proceso de formación integral de seres humanos y profesionales que les permita resolver con independencia y creatividad los problemas más generales y frecuentes de su profesión y participar activamente en el desarrollo económico y social del país. Para lograrlo, la Escuela de Ingeniería de Antioquia (EIA) ha asumido el reto de perfeccionar los currículos de sus programas académicos con criterios de pertinencia, calidad académica y racionalidad, tanto en la duración como en las actividades pedagógicas, complementadas con el autoaprendizaje, de acuerdo con las tendencias nacionales e internacionales y coherentes con las políticas gubernamentales y el proyecto institucional. En este artículo se presenta la propuesta curricular del programa de ingeniería civil, su estructura disciplinar mínima esencial, así como su articulación lógica, regidas por objetivos y diseñadas en correspondencia con la aplicación del método de la ingeniería.

PALABRAS CLAVE: formación integral; malla curricular; modelo de profesional; disciplinas curriculares; educación en Ingeniería Civil.

ABSTRACT

In a society subjected to the uncertainty and the dynamics of permanent change, it is necessary to have an integral educational process for the students: both as professionals and human beings. This will allow students to solve with independence and creativity the most general and frequent problems of their profession, as well as to participate actively in the economical and social development of their country. To achieve this, the Antioquia School of Engineering (Escuela de Ingeniería de Antioquia) has assumed the challenge of enhancing their academic programs curricula with criteria such as pertinence, academic quality, and rationality. Those criteria take into account national and international tendencies for pedagogical activities, duration, and special emphasis in self-learning. This article shows the proposed curriculum for the Civil Engineering program, its minimal and essential disciplinary structure, as its logical articulation, guided by objectives and designed in correspondence with the application of the Engineering method.

KEY WORDS: integral education; curriculum network; model of professional; curricular disciplines; education in Civil Engineering.

* Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Colombia. Especialista en Gestión de la Calidad Universitaria. Director de Ingeniería Civil, EIA. ruher@eia.edu.co

** Ingeniera Química, Universidad de Antioquia. Especialista en Ingeniería Ambiental, UPB. Candidata a Doctora en Gestión Educativa, Universidad Pinar del Río, Cuba. pflvosp@eia.edu.co

ANTECEDENTES

La Escuela de Ingeniería de Antioquia (EIA), consciente de su responsabilidad con el desarrollo social de la región y del país, ha incluido en su plan de desarrollo 2003-2006 perfeccionar los currículos de todos los programas académicos de la Institución como un proyecto estratégico para asegurar la calidad del proceso de formación de sus ingenieros. El perfeccionamiento curricular de todos los programas académicos de la EIA se desarrolla en las siguientes fases.

1. *Fase diagnóstica.* Mediante estudios de tendencia y de prospectiva de la carrera, se identifica el conjunto de necesidades sociales, que a su vez origina la necesidad de este profesional, para que con su desempeño oportuno y competente aporte soluciones a problemas específicos de su profesión. Este diagnóstico permite validar y perfeccionar los actuales modelos de profesional, que se constituyen en los documentos orientadores para la formulación de las disciplinas curriculares y de las asignaturas.
2. *Fase de estructuración de la malla curricular del plan de estudios.* Mediante la organización interna del sistema educativo¹ al atender la lógica del proceso de formación se logra mayor calidad del proceso y del egresado. La estructura curricular de los programas académicos de la EIA se desarrolla en dos dimensiones: la articuladora y la integradora.
 - La dimensión articuladora del currículo la constituye el sistema de disciplinas curriculares y de asignaturas, derivadas del modelo de profesional del programa con base en los objetivos de formación y que constituyen un todo dinámico², por medio del cual se configura en el estudiante una cualidad superior a la simple suma de los

objetivos en cada uno de los niveles del proceso formativo. El sistema modelo de profesional-disciplinas curriculares-asignaturas determina la trama horizontal de la malla curricular y permite mantener una relación adecuada entre la lógica de las ciencias, los saberes propios de la ingeniería y la lógica de la profesión.

- La dimensión integradora está determinada por la estructura vertical de la malla curricular; en ella se responde a la función del currículo de integrar las asignaturas de un mismo semestre o año académico, con base en objetivos de formación. La organización del grupo de asignaturas de cada uno de los periodos académicos obedece cronológicamente a una estructura lógica y metodológica del proceso de formación de los ingenieros.
3. *Fase de perfeccionamiento del microcurrículo.* Se fundamenta esta fase en contextualizar el crédito académico como una estrategia para lograr un proceso de formación centrado en el aprendizaje, mediante la implementación, por parte de los docentes, de nuevas prácticas pedagógicas y didácticas.
 4. *Fase de implementación y de evaluación de los nuevos currículos.* Se apoya en la definición de indicadores de seguimiento y de resultado del aprendizaje.

El perfeccionamiento curricular de todos los programas académicos de la EIA debe trascender la frontera de los currículos tradicionales para responder a las necesidades de un mundo tan complejo como variable. En este artículo se desarrolla la propuesta de estructuración de la malla curricular del programa de Ingeniería Civil, se recogen las conclusiones que el grupo de profesores del programa en su claustro académico acordó y que constituyen un aporte significativo para el perfeccionamiento curricular de los demás programas de ingeniería de la EIA.

PERFECCIONAMIENTO CURRICULAR DE INGENIERÍA CIVIL DE LA EIA

Caracterización de la profesión: definiciones y método de la ingeniería

Este artículo parte de la necesidad de definir la ingeniería desde la perspectiva de su práctica y de su enseñanza, ya que se trata de una profesión que construye puentes entre el conocimiento y su aplicación para satisfacer en el hombre sus necesidades y expectativas, lo que permite precisar el método que la caracteriza e identificar las regularidades que deben formar parte del proceso de formación.

El ingeniero Hardy Cross propone la ingeniería como un arte y el experimento como su método y define: *“La ingeniería es un arte, coexistente con la civilización, siempre ha exigido habilidad para sopesar las pruebas, obtener conclusiones que tengan sentido común, formular una síntesis simple y satisfactoria y ver que la síntesis se lleve a cabo y en ese sentido se afirma a sí misma”*. Argumenta además: *“La gloria de los ingenieros es que son artesanos y artistas, por lo que siguen métodos sistemáticos y ordenados y son altamente antagonistas hacia el exceso de reglamentación”* [1]. En 1973, Edgar Faure en su informe a la UNESCO *“Aprender a ser”* declara como propósito y fines de la ingeniería el uso de la tecnología y la aplicación del conocimiento organizado para comprender los procesos y asegurar su eficiencia. En la Unión Europea, en los reportes de la FEANI³, se caracteriza a la ingeniería como la profesión que aplica la ciencia y la técnica y tiene a la investigación como

el método principal: *“Ingeniero es la persona que ha adquirido y sabe utilizar conocimientos científicos, técnicos y cualesquiera otros necesarios que le capacitan para crear, operar y mantener sistemas eficaces, estructuras, instalaciones o procesos, para contribuir al progreso de la ingeniería mediante la investigación y el desarrollo”*. Según el Consejo Profesional de Ingeniería de los EU⁴ y la junta de acreditación de los programas de ingeniería y tecnología, ABET⁵, *“la ingeniería es la profesión en la cual el conocimiento de las ciencias naturales y las matemáticas, ganado mediante el estudio, la experiencia y la práctica es aplicado con razonamiento preciso para desarrollar formas económicas de aprovechar el uso de materiales, los recursos, las fuerzas de la naturaleza y la energía a nivel industrial para el desarrollo de la humanidad... y para modificar procesos, oficios y materiales de la naturaleza en beneficio del hombre”* [2].

El American Institute of Industrial Engineering considera al ingeniero como: *“La persona capaz de observar el mundo con espíritu crítico, extraer información de él, producir modelos y conceptos en el campo de las ideas y con ellos, nuevos modelos y nuevas realidades, dirigido siempre por un planteamiento sistemático, la ética profesional y la responsabilidad social.”*⁶ El ingeniero Gabriel Poveda Ramos sugiere a la ingeniería como una profesión de alto impacto social y al conocimiento teórico-práctico de las ciencias y su aplicación sistemática como su fundamento: *“...la ingeniería es el conjunto de conocimientos teóricos, conocimientos empíricos y de prácticas que se aplican profesionalmente para disponer de las fuerzas y de los recursos naturales...para diseñar, construir, operar equipos...en un contexto social dado*

³ Federación Europea de Asociaciones Nacionales de Ingenieros. <http://www.feani.org/>.

⁴ NATIONAL COUNCIL OF EXAMINERS FOR ENGINEERING AND SURVEYING. Fundamentals of Engineering supplied -Reference Handbook. Seventh edition. May, 2005.

⁵ Accreditation Board for Engineering and Technology.

⁶ <http://terraba.fing.ucr.ac.cr/~eiind/definic.html>. Marzo, 2005.

¹ ÁLVAREZ DE ZAYAS, CARLOS. La universidad, sus procesos y la evaluación. La Habana, 2003.

² El carácter sistémico está dado por el conjunto de elementos que se interrelacionan entre sí con un fin común, formando un todo dinámico. SENGE, Peter. La quinta disciplina en la práctica. Barcelona : Granica, 1995.

y exigiendo un nivel de capacitación científica y técnica –ad hoc– particularmente en física, ciencias naturales y economía especial y notoriamente superior al del común de los ciudadanos”[3]. ACOFI, Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, en su informe de actividades del año 1998, comparte la definición de ingeniería de ABET y propone algunas explicaciones sobre los campos y perfiles ocupacionales de los ingenieros en Colombia. La Ley 842 de 2003 reglamenta el ejercicio de la ingeniería y profesiones afines y define la ingeniería como: “Aplicación de las ciencias y del ingenio humano al empleo e invención sobre la materia” y se reconocen como actividades del ingeniero los estudios, la planeación, el diseño, el cálculo, la programación, la asesoría, la interventoría, la construcción, el mantenimiento y la administración de obras de infraestructura para el servicio de la comunidad [4].

Aunque el método del ingeniero no ha cambiado desde el comienzo de la humanidad, la escasa investigación sobre los fundamentos filosóficos de la ingeniería y la actitud reacia del ingeniero para escribir sobre su mundo confluyen en la carencia de la comprensión del método de la ingeniería. Afirma Billy Vaughn Koen, profesor de la Universidad de Texas: “El método de la ingeniería es la estrategia para causar, con los recursos disponibles, el mejor cambio posible en una situación incierta o pobremente estudiada”. Por consiguiente, el método del ingeniero estaría determinado por la forma como aplica las ciencias naturales y las matemáticas para lograr diseños y productos novedosos y no por razón de los instrumentos o herramientas que usa, ni por los productos o servicios que presta.

Las definiciones recolectadas de la ingeniería como profesión y los argumentos de Koen con respecto al método de la ingeniería fueron sometidos al análisis de regularidades por el claustro del programa de ingeniería civil de la EIA, para precisar los esenciales que se deberán tener en cuenta en el diseño curricular del proceso de formación de los ingenieros de la EIA.

Se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1. La principal característica del ingeniero es ser un profesional capaz de entender el mundo y sus necesidades y ofrecer soluciones innovadoras, oportunas y eficientes que agreguen valor económico y social, eleven la calidad de vida de los seres humanos y aseguren el desarrollo sostenible de una región o de un país.
2. El método del ingeniero parte de identificar la necesidad (reconocer la situación problema) que demanda de su intervención para transformar el objeto, fenómeno o realidad y prever y proveer la mejor solución, mediante la asignación adecuada de recursos. La estrategia o método elegido por el ingeniero debe dirigirse a resolver la contradicción entre el problema y su solución, poniendo en juego la necesidad de cambio, la incertidumbre del mundo real y su actitud para modificarlo y transformarlo. El método del ingeniero será, entonces, el mejor camino entre el problema y la solución con los recursos disponibles.
3. El problema que enfrenta el ingeniero rara vez es lo suficientemente específico y en la mayoría de los casos se requiere su capacidad para:
 - Identificar e interpretar la necesidad que la sociedad demanda para lograr un cambio que genere mejora.
 - Analizar las diferentes alternativas de solución y sus restricciones para decidir y seleccionar mediante la modelación y la simulación del objeto, fenómeno o proceso en su situación futura la más viable y apropiada.
 - Diseñar la mejor solución, suficientemente flexible, que facilite su adaptación durante el proceso de ejecución, en correspondencia con una visión específica de la naturaleza, con las necesidades y expectativas del cliente y con los recursos disponibles. El diseño de ingeniería es considerado, en términos generales y por su carácter integrador, el método del ingeniero, porque utiliza como estrategia común el uso de

“heurismos”⁷ que se aplican para guiar o descubrir la mejor solución [5].

Billy Vaughn Koen define el método de la ingeniería como el arte de inventar o diseñar, conocido como heurística: “*Todos los ingenieros de cualquier época y cultura están unidos por el uso de la heurística*”. El esfuerzo más común para definir el método de la ingeniería ha sido el asociarlo con la secuencia de pasos con los cuales se desarrolla el diseño en ingeniería. Por ejemplo, una forma clásica de interpretar el método del ingeniero en correspondencia con la solución de problemas es: entender, planear, ejecutar y examinar, lo cual significa que el ingeniero está en capacidad de:

1. Entender el problema.
2. Diseñar una alternativa o plan para la solución.
3. Ejecutar el plan.
4. Examinar la solución obtenida.

Una tendencia más reciente plantea el método del ingeniero fundamentado en las ciencias naturales y en la matemática y estructurado en el análisis, la síntesis y la evaluación. Es decir, el ingeniero:

1. Analiza el problema.
2. Sintetiza la solución.
3. Evalúa los resultados.

Aunque estas secuencias han sido especialmente útiles para identificar lo que el ingeniero hace y cómo lo hace, se ha encontrado en ellas un gran reduccionismo, ya que cada componente de la estructura es en sí mismo un nuevo heurismo. Este hecho, aunado a que en estas estructuras no se reconoce el espectro completo de los procedimientos, tácticas y prácticas esenciales para la definición

adecuada del método de la ingeniería y a que en la mayoría de estas estructuras se reflejan la visión excéntrica del autor, llevan a una definición limitada de la práctica real del ingeniero.

La situación problema de la enseñanza de la ingeniería actual precisa de un proceso de formación basado en el aprendizaje del método del ingeniero, estructurado lógicamente y cronológicamente y regulado por el sistema de valores de la sociedad en la que el futuro profesional va a actuar. Además de la necesidad de implantar el método de la ingeniería como estrategia de formación, se requiere la determinación del menor número de habilidades necesarias y esenciales para definir al ingeniero e identificar los contenidos esenciales del proceso de formación.

Proceso de formación de los ingenieros civiles en la EIA

En Colombia la práctica de la ingeniería surgió a mediados del siglo XIX y desde entonces los ingenieros colombianos han participado en la construcción y el desarrollo social del país. Desde su principio, el proceso de formación de los ingenieros en Colombia ha estado orientado predominantemente por el modelo francés o napoleónico y quizás el factor que más ha impactado la práctica y la enseñanza de la ingeniería ha sido el desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación. Así pues, “*la tecnología en ingeniería es una parte del campo tecnológico que requiere la aplicación de métodos y conocimientos científicos y de fundamentos de ingeniería, que se combinan con habilidades técnicas para apoyar las actividades ingenieriles*”⁸.

El diseño curricular del proceso de formación de los ingenieros civiles en la EIA está orientado por

⁷ El heurismo constituye una forma lógica para resolver problemas de la ingeniería. Billy Vaughn Koen en el libro: “El método de la ingeniería”, editado por la Universidad del Valle y ACOFI en 1985, p.p. 15-30, presenta una primera aproximación a la definición del heurismo como la estrategia que provee una ayuda o dirección confiable en la solución de un problema; pero que en el análisis final es difícil de justificar y posiblemente presenta fallas.

⁸ ACOFI, ICFES. Nomenclatura de títulos de pregrado en ingeniería en Colombia. Bogotá, 2000.

objetivos de formación enfocados hacia el desarrollo de competencias profesionales y personales, fundamentadas en el "aprender a aprender", lo que garantiza el aprendizaje durante toda la vida [6].

La propuesta curricular basada en el enfoque de competencias es abordada desde el diseño de los currículos de los programas académicos de la EIA con base en la definición de objetivos de aprendizaje desarrolladores, en donde se plasma la integración de conocimientos, habilidades y valores y que será implementada con prácticas pedagógicas y didácticas que favorecen en el estudiante el desarrollo de la capacidad para interpretar, argumentar y proponer, con carácter creativo e innovador. El enfoque curricular basado en competencias permite acercar al estudiante a la realidad del día a día de su profesión por medio de la aplicación del método de la ingeniería, que se precisa en el nivel curricular de la carrera y se expresa en los modos de acción definidos en el modelo del profesional. Para la formación de los ingenieros civiles en la EIA se identificaron los siguientes modos de acción: analizar, diseñar, ejecutar y gestionar, atravesados por la actividad investigativa y emprendedora de los estudiantes durante todo el proceso de formación. El carácter transversal de la investigación y el emprendimiento permite fundamentar en los estudiantes y, por consiguiente, en el futuro egresado el pensamiento analítico y crítico y una actitud emprendedora y de mejoramiento continuo en su vida personal y en su desempeño académico y profesional.

Los modos de acción: analizar, diseñar, ejecutar y gestionar explicitan lo que el ingeniero civil hace y cómo lo hace y, por tanto, se acercan a la definición del método del ingeniero; y si se expresan como objetivos en un determinado período académico y se organizan en una secuencia lógica y cronológica, permiten estructurar la trama vertical del currículo del programa académico y facilitan la sistematización, el seguimiento y la autorregulación del proceso de formación basado en el desarrollo de competencias (figura 1).

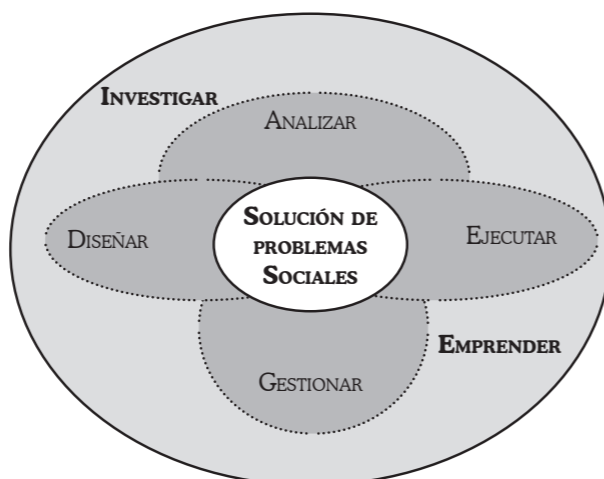


Figura 1. Modos de acción del ingeniero civil en su relación con su entorno.

Las relaciones del ingeniero con su entorno, de acuerdo con los pasos que se requieren para dar solución a los problemas más generales del ejercicio de su profesión, se identifican con la secuencia de pasos que se asocian con el modo de actuar predominante de un estudiante durante un determinado período académico. Estos modos de actuar se presentan simultáneamente en las diferentes etapas del proceso de formación, con diferentes alcances o niveles de desarrollo, generando ciclos donde el estudiante va adquiriendo los rasgos y cualidades del ingeniero mediante la aprehensión del método de la ingeniería. En el desarrollo del plan de estudios se encuentra que estos procesos ocurren cronológicamente con diferentes énfasis durante el proceso de formación, de tal manera que contribuyen a consolidar las competencias definidas en cada disciplina curricular. Además, se tiene en cuenta que, de acuerdo con el desarrollo de los seres humanos, en sus relaciones con la realidad se presentan fundamentalmente dos momentos, uno de asimilación y representación del objeto de estudio y otro productivo que puede llegar a ser también creativo, como se ilustra en la figura 2.

La actuación del estudiante en correspondencia con el método de la ingeniería requiere un nivel

de fundamentación dado por las ciencias naturales y las matemáticas y, por consiguiente, las habilidades que se desarrollan en los estudiantes, apoyadas en las acciones de fundamentar y analizar, son consideradas momentos de asimilación y de representación de la realidad, donde:

- *Fundamentar.* Permite el encuentro del estudiante con la lógica de las ciencias y con la lógica de la ingeniería, por medio de los conocimientos básicos y esenciales que estructuran el pensamiento del ingeniero. En este momento se presenta la comprensión inicial de los conceptos, leyes, teorías y principios que describen el proceso o fenómeno que se estudia.
- *Analizar.* Lleva a la identificación del objeto de estudio, a caracterizarlo, interpretar su comportamiento, situarlo en un contexto, relacionarlo con otros, compararlo, clasificarlo, determinar sus regularidades, organizarlo, e igualmente incluye representarlo en esquemas, identificar las variables que intervienen, aplicar ecuaciones y escoger opciones.



Figura 2. Proceso de formación de los ingenieros civiles en la EIA.

El desarrollo de las habilidades anteriores facilita el paso del estudiante al momento productivo y creativo, donde se logra la síntesis simple y satisfactoria del proceso de formación que capacita al estudiante para prever y resolver los problemas propios del ejercicio de la ingeniería.

El énfasis en la creatividad y la productividad del estudiante en el proceso de formación se traduce en el desarrollo de las habilidades para diseñar, ejecutar y gestionar.

- La habilidad de diseñar una obra, un proceso u otros objetos de estudio se identifica en sí misma con el método del ingeniero e implica unir elementos o componentes, definir los atributos de un proceso o prototipo y sus especificaciones técnicas, seleccionar métodos, procedimientos o técnicas, evaluar alternativas y representar la solución con palabras, gráficos o algoritmos, explicar o predecir la realidad por medio de la modelación física o matemática y optimizar los resultados, todo como un proceso.
- La habilidad de ejecutar está determinada por la forma de actuar del estudiante sobre el objeto de estudio, lo que le exige argumentar, proponer y tomar decisiones para obtener los resultados deseables.
- La capacidad para gestionar está relacionada con la facilidad del estudiante para interpretar estratégicamente los objetivos de un proyecto o de una organización y transformarlos en acciones mediante la planeación, organización, dirección y control de las actividades realizadas para lograr la solución del problema.

Aspectos metodológicos

En el diseño y la construcción del currículo y sus componentes para el programa de ingeniería civil, se propone incluir no sólo los aspectos referentes a los conocimientos propios de la ingeniería y las habilidades que determinan la forma de actuar del estudiante frente a las obras civiles, sino también los aspectos motivacionales (los porqués y para qué) y de formación en valores que moldean el carácter del individuo, y que a su vez definen la actitud del estudiante frente al conocimiento, para asegurar un verdadero desarrollo de las competencias profesionales y personales que caracterizan al ingeniero civil de la EIA. Igualmente, debe considerarse que la formación de competencias es un proceso dinámico de crecimiento continuo del individuo en su evolución y transformación personal y profesional, que se desarrolla a lo largo de diferentes etapas o eslabones que a su vez incluyen alcances diferentes, como son:

1. El recuerdo de un hecho, principio, concepto o procedimiento.
 2. El entendimiento o la asimilación, como la comprensión inicial de las ideas y el uso de la idea sin implicaciones.
 3. El análisis y la sistematización, resultante de subdividir el todo en sus partes, así como relacionar las partes entre sí y con el todo.
 4. La aplicación o el dominio, considerada como el momento cuando se utilizan las abstracciones,
 5. La comprensión, que es cada vez mayor y permite la transformación de la naturaleza, la intervención y la predicción por parte del individuo, en un proceso de autorregulación permanente de los contenidos apprehendidos.
- A continuación se resumen los componentes principales del “Modelo de profesional del ingeniero civil de la EIA”, que es el documento rector del direccionamiento curricular:

MODELO DE PROFESIONAL
JUSTIFICACIÓN
La ingeniería civil es una profesión que contribuye a dar solución a las necesidades de infraestructura de una región o de un país. Es generadora de cambios que ejercen una influencia importante en el bienestar y en la calidad de vida de las comunidades.
PROBLEMA
Se requieren edificaciones y obras civiles (infraestructura física) que incidan en el desarrollo equilibrado del país y sus regiones, donde prime el beneficio de la comunidad. Se entiende por obras civiles (infraestructura física) todas aquellas obras de equipamiento urbano y rural para el servicio de la comunidad, diferentes a las edificaciones o vivienda.
OBJETO DE TRABAJO
Las edificaciones y las obras civiles
OBJETIVO DE FORMACIÓN DEL PROFESIONAL
Competencia profesional general: meta de aprendizaje máxima con respecto al objeto de trabajo que, cuando se logra, contribuye a la solución del problema.
Desarrollar edificaciones y obras civiles que impulsen el desarrollo sostenible de la región y el país, eleven la calidad de vida de sus habitantes y proporcionen el bienestar del sector responsable, con carácter innovador y creativo y de acuerdo con el rigor en el empleo de las normas técnicas, por medio del trabajo individual y de equipo y demostrando con su desempeño un alto sentido crítico, gran responsabilidad, efectividad y oportunidad con los compromisos adquiridos y un elevado espíritu de solidaridad.
MODOS DE ACCIÓN
Métodos de trabajo del futuro profesional. Son las formas como se desempeña el profesional en las distintas esferas de actuación. Amplían el modo incluido en el objetivo del profesional.
Analizar, Planear, Diseñar, Construir, Ejecutar, Gestionar atravesados por la capacidad para investigar y para emprender en el mundo de la vida y el mundo del trabajo.
ESFERAS DE ACTUACIÓN
Espacios o ambientes de trabajo en los cuales se manifiestan los modos de acción del profesional. Se asocian con el objeto de trabajo.
–Estructuras: edificaciones para vivienda, industria y otros usos (bodegas, hospitales, oficinas, centros comerciales, puentes, presas). –Hidráulica: disponibilidad, recolección, almacenamiento, conducción, tratamiento y disposición final de aguas. –Suelos y Geotecnia: estabilidad de taludes, uso del suelo y las rocas como fuente de soporte y materiales. Túneles y estructuras de contención. –Sistema Vial y de Transporte: carreteras, ferrovías, puertos, aeropuertos, tránsito y transporte, gasoductos y oleoductos, obras para conducción de energía y telecomunicaciones.
PERFIL DEL PROFESIONAL
Es el sistema de competencias profesionales específicas (que desarrolla el estudiante para lograr la competencia profesional general declarada en el objetivo del profesional) y de competencias personales (metas de aprendizaje, relacionadas con el comportamiento y las actitudes que desarrolla prioritariamente el profesional).

Competencias personales: responsabilidad, efectividad, oportunidad, trabajo en equipo, solidaridad, versatilidad, pensamiento crítico y prospectivo y manejo del inglés como segunda lengua.

Competencias profesionales:

- Crear, diseñar y calcular sistemas estructurales seguros, económicos y durables; construir y dirigir las obras civiles y las edificaciones que el país requiere para el desarrollo y bienestar de la comunidad.
- Desarrollar y gestionar la integración de las regiones mediante vías de comunicación terrestre, aérea o marítima, así como hacer competitiva la movilización de personas o productos.
- Determinar los usos del suelo como material y medio portante, así como su tratamiento para obtener edificaciones y obras estables y seguras.
- Diseñar obras hidráulicas de calidad técnica y medioambiental que garanticen la salud de las regiones y el bienestar de las comunidades.
- Optimizar los costos de las obras civiles a partir de la gestión de los recursos económicos, la selección de los materiales y las posibles opciones tecnológicas; conservar las obras civiles y edificaciones que son patrimonio cultural e histórico.

DISCIPLINAS CURRICULARES “Aprender a hacer” (Véase figura 3)	
Disciplinas	Objetivo de la disciplina con respecto a la formación del profesional
Estructuras	Concebir, analizar, diseñar y construir sistemas estructurales de manera segura, económica, confiable y durable.
Sistema Vial y de Transporte	Construir y gestionar las soluciones viales y de transporte que permitan la integración física de las regiones y las comunidades haciendo competitiva y eficiente la movilización de personas y productos.
Geotecnia	Determinar el uso y tratamiento del suelo, su respuesta a intervenciones externas y su relación con el entorno para contribuir a tener obras estables y seguras.
Hidráulica	Estimar la disponibilidad de los recursos hidráulicos y diseñar obras hidráulicas satisfactorias en términos técnicos, socioeconómicos, estéticos y medioambientales.
Integradora: Desarrollo y Construcción	Integrar las competencias adquiridas para desarrollar obras civiles y proyectos de desarrollo con beneficio social.
DISCIPLINAS DE FORMACIÓN COMPLEMENTARIA	
Contribuyen con la formación integral del profesional, proyectan la formación en los ejes Hombre, Cultura y Sociedad y preparan al estudiante para desempeñarse estratégicamente en el proceso administrativo.	
Disciplinas	Objetivo de la disciplina
Legislación	Identificar y evaluar los aspectos de la ley colombiana en general y de responsabilidad civil y contratación que surgen durante la gestión de obras civiles.
Ciencias Sociales y Humanas	Reconocer y valorar las diferencias humanas, sociales y culturales para facilitar la comunicación y la convivencia y actuar con responsabilidad social en los proyectos de desarrollo.
Económico- Administrativa	Apropiar el proceso de toma de decisiones, valorar el uso eficiente de los recursos y relacionar las variables económicas que permiten proyectar escenarios para gestionar adecuadamente los recursos económicos, igualmente hacer factibles las obras civiles donde se incluya la valoración de los impactos sobre el entorno.
Gestión Ambiental	Analizar las alteraciones al medio ambiente por el desarrollo de las obras civiles e identificar las posibilidades para el correcto uso y manejo de los recursos naturales.

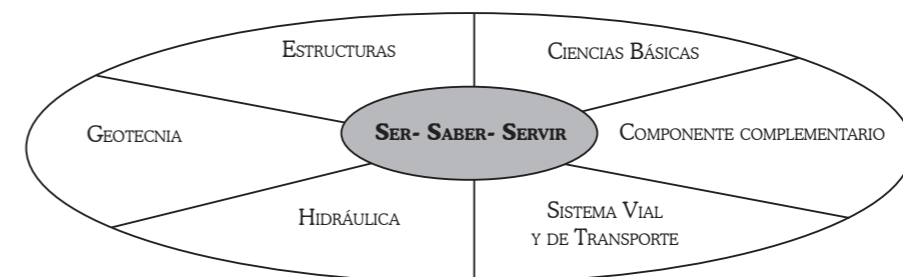


Figura 3. Disciplinas curriculares del programa de ingeniería civil de la EIA

Currículos articulados didáctica y pedagógicamente de acuerdo con el método de la ingeniería

En la estructura curricular del programa de ingeniería civil de la EIA se identificaron cuatro momentos que se desarrollan de acuerdo con la lógica de la ingeniería y en forma cronológica con el desarrollo de competencias en los estudiantes que les permitirán actuar y desempeñarse idónea y responsablemente:

1. *Fundamentar*. "Aprender a conocer". Implica aprehender la cultura acumulada por la humanidad a lo largo de su historia y posibilita al estudiante profundizar en un conocimiento específico, producto de su curiosidad intelectual.

2. *Analizar*. "Aprender a aprender". El estudiante adquiere la capacidad de desagregar el objeto de estudio en sus partes constitutivas para aplicar y adaptar las nuevas teorías. En este momento se forma la capacidad argumentativa y propositiva de los alumnos en los niveles productivo y creativo del aprendizaje.

3. *Diseñar y ejecutar*. "Aprender a hacer". Lleva al desarrollo en el individuo de una capacidad crítica que le permite actuar en forma oportuna y con pertinencia⁹ en una situación concreta. Como propone Hardy Cross, en este momento se logra la síntesis de la Ingeniería.

4. "Aprender a ser". Se consolida la formación en valores y la proyección del individuo con responsabilidad social.

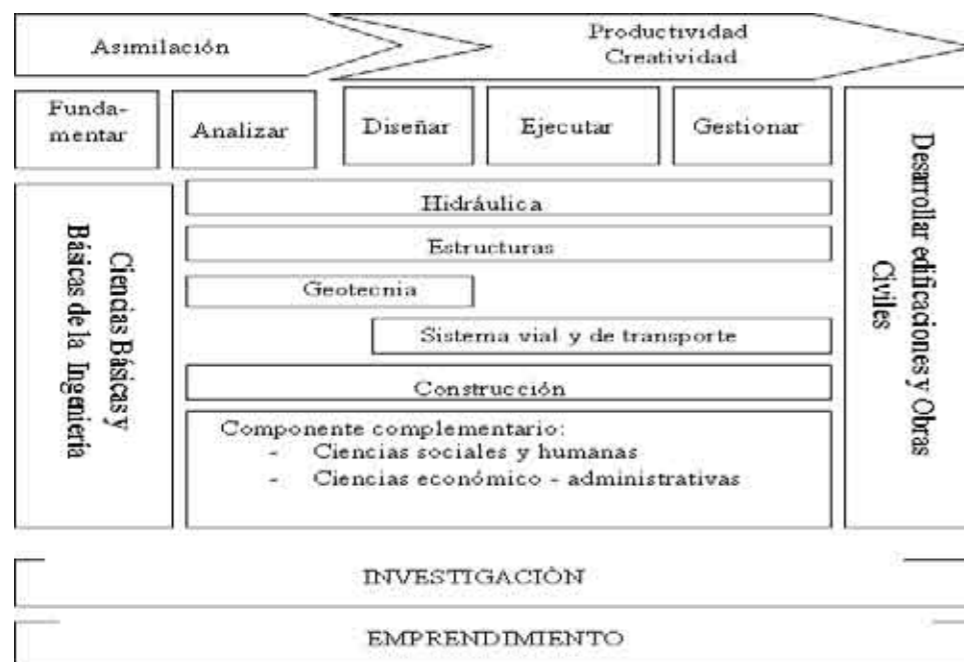


Figura 4. Las disciplinas y el método de la ingeniería.

Los estudios especializados, como el de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) en relación con la Clasificación Internacional Unificada para todas las Ingenierías (CIUO) y los estudios realizados por el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) [7] demuestran puntos de encuentro entre las ingenierías y regularidades que les son comunes, específicamente en lo relacionado con la fundamentación teórica y metodológica de la profesión.

De otro lado, de la tendencia internacional hacia una formación más general en ingeniería y al precisar los modos de acción de los ingenieros en las especialidades ofrecidas por la EIA, se identificaron coincidencias con los modos de acción del ingeniero civil, razón por la cual se propone la generalización del modelo para todas las ingenierías de la EIA y diseñar programas curriculares con un alto componente común, articulados en la lógica y el método de la ingeniería tendientes a formar un profesional capacitado para contribuir de una manera objetiva en la solución de los problemas que demanda la sociedad colombiana.

CONCLUSIONES

Estructurar los currículos de los programas de ingeniería en términos del método de la ingeniería conduce a:

- Mantener la unidad y el carácter sistémico del objeto de la profesión en donde se manifiesta el problema de ingeniería para ser resuelto, para analizarlo y aprehenderlo en toda su complejidad, teniendo en cuenta su condición multidimensional.
- Fundamentar el aprendizaje en el desarrollo de las competencias profesionales permite a los ingenieros desplegar estrategias que permitan transformar situaciones problema en soluciones prácticas, pertinentes y óptimas para el bien de la comunidad.

Los currículos en ingeniería diseñados con base en objetivos de formación, contenidos

disciplinares y saberes de la ingeniería mínimos y esenciales y articulados lógica y coherentemente, mediante la aplicación del método de la ingeniería, permiten mayor flexibilidad e interdisciplinariedad y, por consiguiente, contribuyen a la formación de profesionales competentes e idóneos para aportar soluciones creativas y oportunas.

REFERENCIAS

- [1] CROSS, H. Ingenieros y las torres de marfil. México : McGraw-Hill, 1998.
- [2] DEPARTMENT OF CIVIL AND ARCHITECTURAL ENGINEERING. Committee on Student Performance Evaluation for ABETS 2000. October 1999.
- [3] POVEDA RAMOS, G. Ingeniería e historia de las técnicas. En: Colección historia social de la ciencia en Colombia. Tomos IV y V. Bogotá : Colciencias, 1993.
- [4] LEY 842 de 2003 sobre la reglamentación del ejercicio de la ingeniería y profesiones afines.
- [5] KOEN, Vaughn Billy. El método de la ingeniería. Universidad del Valle y ACOFI, 1985.
- [6] DELORS, J. La educación encierra un tesoro. UNESCO, 2000.
- [7] SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE (SENA). Clasificación Nacional de Ocupaciones. Santafé de Bogotá. 1997.

BIBLIOGRAFÍA

1. BORRERO Alfonso. Más allá del currículo. Simposio Permanente sobre la Universidad. Rionegro, Antioquia, 2003.
2. DÍAZ, A. Didáctica y currículo. México : Paidós, 1997.
3. EDEMAR, H. El currículo como desafío institucional: Aportes teóricos-prácticos para construir el microcurrículo. Buenos Aires : Novedades Educativas, 1996.
4. MAGENDZO, A. Currículo y cultura en América Latina. Santiago : PIIE, 1996.
5. EUROPEAN UNIVERSITY ASSOCIATION. Después de Berlín: el papel de las universidades hasta el 2010 y más allá. Lovaina, 1996.
6. ICFES. Marco de acción para el cambio y el desarrollo de la educación superior. 1998.

⁹ La pertinencia asumida como la cualidad del proceso formativo que determina su correspondencia con las expectativas, las necesidades, principios y valores de desarrollo social y del conocimiento científico. ALVAREZ DE ZAYAS, Carlos. El diseño curricular. La Habana : Pueblo y Educación, 2001.