

# MODELO DE DISEÑO CURRICULAR

Ingeniería de Sistemas y Computación

Departamento de Ingeniería  
de Sistemas y Computación  
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
Bogotá D.C. - Colombia  
Abril 2011

## Director de departamento

Jorge Villalobos Salcedo  
<jvillalo@uniandes.edu.co>

## Colaboradores

Francisco Rueda Fajardo  
<frueda@uniandes.edu.co>

Claudia Jiménez Guarín  
<cjimenez@uniandes.edu.co>

Harold Castro Barrera  
<hcastro@uniandes.edu.co>

José Abásolo Prieto  
<jabasolo@uniandes.edu.co>

Rubby Casallas Gutiérrez  
<rcasalla@uniandes.edu.co>

## Comité editorial

Oscar González Rojas (Autor compilador y editor)  
<o-gonza1@uniandes.edu.co>

Marcela Hernández Hoyos (Revisora)  
<marc-her@uniandes.edu.co>

Diana Fernández Prieto (Diagramadora)  
<dian-fer@uniandes.edu.co>

William Romero Ramirez (Diagramador)  
<wil-rome@uniandes.edu.co>

# CONTENIDO

<b>1. MOTIVACIÓN</b>	<b>1</b>
1.1. Contexto	1
1.2. Premisas de diseño: ¿cuáles son los fundamentos del marco de referencia para el diseño curricular?	2
1.3. Alcance del documento	6
<b>2. UN MARCO DE REFERENCIA</b>	<b>7</b>
2.1. Modelo ontológico	8
2.2. Espacio de formación	8
2.3. Mapa de habilidades	9
2.3.1. Categorías de habilidades profesionales	11
2.3.2. Objetivos pedagógicos profesionales	11
2.3.3. Metas de aprendizaje	14
2.3.4. Objetivos pedagógicos transversales	22
2.4. Estructura curricular	23
2.4.1. Descripción de las áreas de conocimiento	24
2.4.2. Descripción de los campos de aplicación	24
<b>3. UNA METODOLOGÍA DE DISEÑO CURRICULAR</b>	<b>27</b>
<b>4. COMPLEMENTOS AL DISEÑO CURRICULAR</b>	<b>39</b>
<b>5. RELACIÓN CON OTRAS INICIATIVAS</b>	<b>41</b>
5.1. Accreditation board of engineering and technology (ABET)	41
5.2. Iniciativa CDIO	42
5.3. Disciplinas de computación de la ACM	45

<b>6. UN EJEMPLO DE UTILIZACIÓN DEL MARCO EN LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES</b>	<b>47</b>
6.1. Actividad 1: Delimitación de los espacios de formación	47
6.2. Actividad 2: Definición del perfil profesional deseado	49
6.3. Actividad 3: Definición del impacto de los campos de aplicación y de las áreas de conocimiento sobre el perfil profesional deseado	52
6.4. Actividad 4: Definición de cursos de formación especializada	53
6.5. Actividad 5: Diseño de cursos	56
6.6. Actividad 6: Evaluación del diseño de cursos	57
6.6.1. Evaluación 1: contribución de los cursos con respecto al perfil profesional obtenido	59
6.6.2. Evaluación 2: diferencia entre el perfil profesional diseñado y el obtenido	60
6.7. Actividad 7: Representación gráfica de la estructura global del currículo diseñado	61
6.8. Actividad 8: Seguimiento y evolución del diseño curricular	62
6.8.1. Sistema de calidad de ingeniería de sistemas (CALIS)	62
6.8.2. Relación de metas ABET con los objetivos pedagógicos del marco de referencia	66
6.9. Currículos complementarios	67
<b>7. CONCLUSIONES</b>	<b>69</b>
<b>8. REFERENCIAS</b>	<b>71</b>
<b>Anexo A: Lista de abreviaciones y glosario de términos</b>	<b>73</b>
<b>Anexo B: Diseño de cursos</b>	<b>74</b>

# 1. MOTIVACIÓN

La constante evolución en las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) constituye un desafío para los profesionales en las organizaciones donde la información es un elemento fundamental, tanto a nivel estratégico como operativo. Las Universidades en general y sus programas de ingeniería de sistemas y computación en particular, como entes formadores de futuros profesionales, no pueden permanecer ajenos a esta evolución. Los ajustes curriculares deben ser una preocupación permanente de dichos programas, de tal forma que les permita mantenerse alineados con un entorno tecnológico en permanente cambio. La pregunta que siempre surge es cómo hacer este proceso y cómo tomar decisiones ante la diversidad de opiniones de los distintos actores involucrados. En este documento se propone una metodología de diseño curricular que busca responder a estas preguntas. Como caso de estudio se presenta la experiencia del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad de los Andes en este aspecto y la manera como lo ha abordado.

## 1.1. Contexto

Hay una tendencia reciente hacia la convergencia de la educación y la práctica en ingeniería que se refleja en la definición de objetivos académicos de interés común. Es importante mencionar que estos objetivos se encuentran también delimitados por los requerimientos de diversos sistemas de acreditación internacional p.e. *Accreditation Board of Engineering and Technology*, ABET [1]), así como por marcos y sugerencias curriculares reconocidas mundialmente (p.e. *Conceive-Design-Implement-Operate*, CDIO [2] y *Association for Computing Machinery*, ACM [3]).

En este contexto, las instituciones educativas se ven enfrentadas a varios desafíos:

- ¿Cómo definir y alcanzar un conjunto de objetivos pedagógicos deseables en un área específica del conocimiento (p.e., Ingeniería de Sistemas y Computación)?
- ¿Cómo usar los objetivos pedagógicos para implementar y evaluar los diseños curriculares de los programas?
- ¿Cómo comparar sus propios diseños curriculares con los propuestos por otras instituciones en la misma disciplina?
- ¿Cómo garantizar que los currículos responden a las necesidades actuales del entorno?

El modelo de diseño curricular presenta:

- Un marco de referencia
- Una metodología de diseño
- Una estrategia de extensión curricular
- Una comparación con marcos internacionales
- Un escenario de utilización



Con el fin de facilitar la búsqueda de respuestas a estas preguntas, proponemos en este documento un marco de referencia para diseñar y evaluar currículos de ingeniería de sistemas y computación. El carácter innovador de esta propuesta radica en su orientación hacia la solución de problemas enmarcados dentro de proyectos, la cual está inspirada en el quehacer de los ingenieros de sistemas y computación. Pretendemos que los cursos que integren un currículo así diseñado desarrollen en los estudiantes las habilidades que se esperan en el futuro profesional para abordar de manera exitosa cada etapa del ciclo de vida de un proyecto.

El proceso de diseño curricular es una actividad recurrente en la mayoría de las instituciones de educación superior en Colombia. La ventaja de usar un marco de referencia común es la posibilidad de definir requisitos mínimos para los perfiles profesionales, y eventualmente comparar los de cada programa. Este marco de referencia es público y constituye un aporte al país, de manera que pueda ser utilizado como base de discusión para un marco de referencia nacional que nos acerque al reto de crear una identidad del ingeniero de sistemas y computación.

## 1.2. Premisas de diseño: ¿cuáles son los fundamentos del marco de referencia para el diseño curricular ?

**Premisa 1:** La estructura curricular debe estar guiada por habilidades y no por conocimientos, entendiendo una habilidad como la capacidad de hacer algo en un campo de aplicación, usando un conjunto de conocimientos, herramientas y metodologías de una serie de disciplinas.

El ejercicio profesional de los ingenieros de sistemas y computación dentro de una organización está intrínsecamente delimitado por tres factores: la información, los procesos del negocio y la tecnología que los soportan. La tecnología progresa rápidamente, contribuyendo a la evolución de los procesos y a la multiplicación de la información. Por consiguiente, los conocimientos, las herramientas y las tecnologías que se enseñan durante la carrera no son perennes. Por esta razón, es de vital importancia desarrollar en los estudiantes habilidades que le permitan lograr una adaptación muy rápida al cambio, así como la capacidad de autoaprendizaje. La figura 1 ilustra los diferentes elementos involucrados en un proceso de diseño curricular.

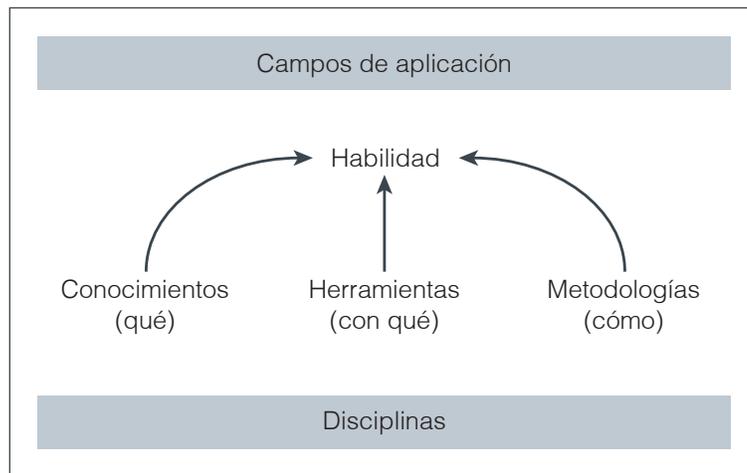


Figura 1. Elementos involucrados en un diseño curricular

Esta primera premisa nos aleja de la mayor parte de marcos de referencia internacionales, en los cuales el problema se enfoca en un cuerpo de conocimientos de la profesión, y nos ha planteado la necesidad de construir nuestro propio marco antes de iniciar el proceso de diseño.

**Premisa 2:** El quehacer de un profesional en ingeniería de sistemas gira en torno a un ciclo extendido de solución de problemas, enmarcados dentro del desarrollo de proyectos. Esto quiere decir que las habilidades se deberían clasificar siguiendo las etapas de dicho desarrollo, y que el marco de referencia del diseño curricular podría utilizar dicha clasificación como base. Las categorías de habilidades identificadas de esta manera en nuestro trabajo son (figura 2): (1) Comprensión y construcción de modelos del contexto, (2) Identificación de un problema o una oportunidad, (3) Diseño global de la solución, (4) Diseño detallado de la solución, (5) Construcción de la solución, (6) Montaje de la solución y (7) Administración de la solución.

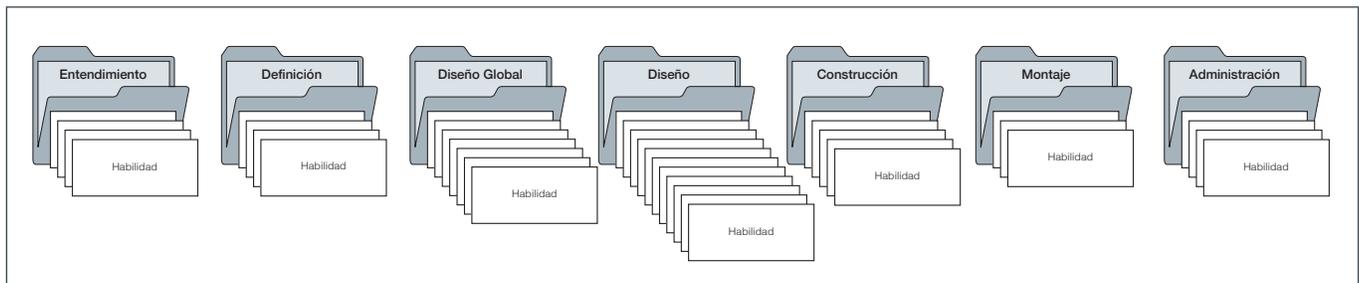


Figura 2. Categorías de habilidades profesionales para un ciclo extendido de solución de problemas

Dentro de cada una de dichas categorías se debe incluir las habilidades que se esperan del ingeniero de sistemas y computación para abordar de manera exitosa cada etapa del ciclo de solución de problemas.

**Premisa 3:** Un perfil profesional se debe expresar de manera precisa; debe ser comparable con otros perfiles profesionales y tener el nivel de detalle suficiente para fundamentar en él un proceso de diseño. En dicho perfil profesional se debe tener en cuenta que hay habilidades de diferentes tipos (profesionales y personales) que se pueden generar en los estudiantes en distintos niveles de profundidad (figura 3).

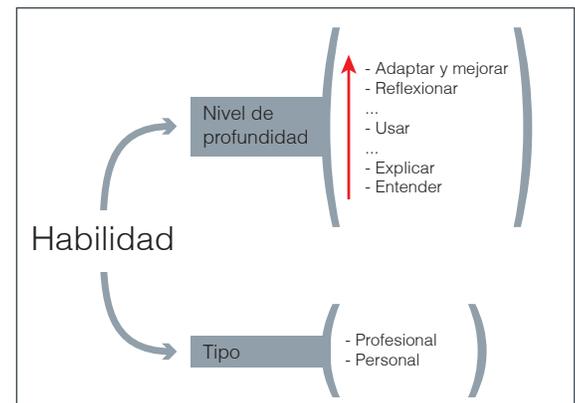


Figura 3. Tipos de habilidades y niveles de profundidad para expresar un perfil profesional

En nuestra propuesta, un perfil profesional es una curva en el espacio de habilidades, en la que la altura en cada punto va definida por el porcentaje de tiempo que el currículo dedica a generar dicha habilidad (figura 4). El área bajo dicha curva debe ser 100. Esto se va a utilizar tanto en el diseño de los cursos como en los procesos de evaluación.

**Premisa 4:** Los campos de aplicación concretan las habilidades del perfil profesional, indicando los conocimientos que deben adquirir los estudiantes a través de los cursos, al igual que las herramientas y las metodologías asociadas (figura 5).

Un campo de aplicación se refiere al tipo de proyectos en los cuales participará un profesional y son una dimensión ortogonal del espacio de habilidades (figura 6). Lo ideal es que se definan pocos campos de aplicación.

En este marco de referencia se proponen cinco campos de aplicación, los cuales enmarcarán los cursos del currículo. Dependiendo del campo, las habilidades se desarrollan de manera diferente e implican conocimientos, herramientas y metodologías distintos en cada curso.

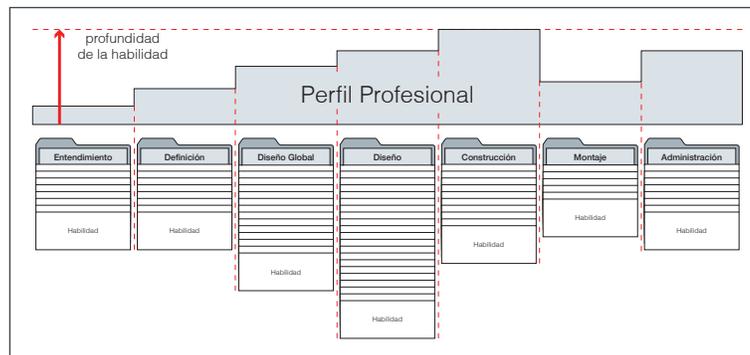


Figura 4. Definición de un perfil profesional en términos de habilidades

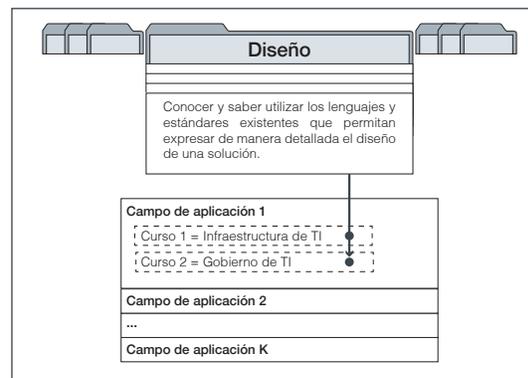


Figura 5. Instanciación de las habilidades del perfil profesional a través de los cursos

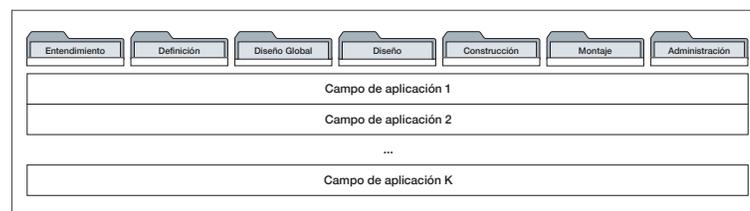


Figura 6. Relación entre los campos de aplicación y el espacio de habilidades

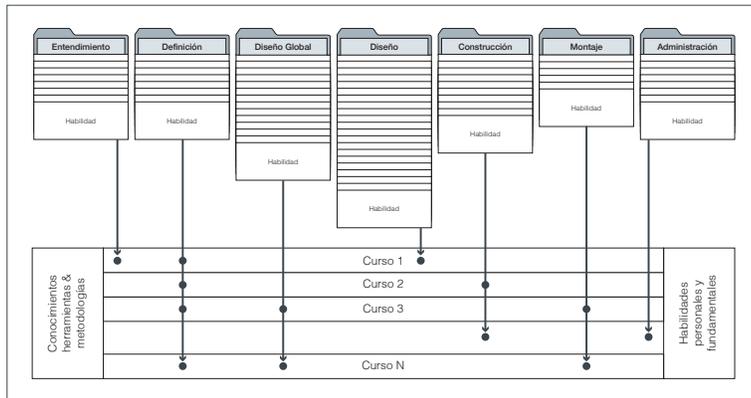


Figura 7. Contribución de los cursos a las habilidades del perfil profesional

Un curso debe describirse también como una curva sobre el espacio de habilidades, y mostrar que la suma de las curvas de los cursos lleva al estudiante a cumplir con el perfil profesional diseñado (figura 8). De esta manera, es necesario que el diseño de los cursos incluya el porcentaje de tiempo/esfuerzo que se dedicará a cada una de las habilidades objetivo.

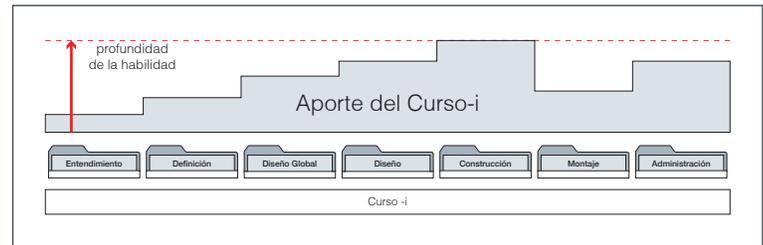


Figura 8. Aporte de un curso en términos del perfil profesional

**Premisa 6:** Los programas curriculares deben ser evaluables, permitiendo verificar que los egresados están adquiriendo el perfil profesional diseñado. La evidencia recolectada mediante los diferentes mecanismos de evaluación que se escojan marcarán las pautas de mejoramiento continuo.

El marco de referencia descrito en este documento no propone ningún mecanismo de evaluación de las habilidades; sin embargo, ilustra cómo efectuar esta evaluación estableciendo la correlación con criterios de sistemas estándar de calidad.

**Premisa 7:** Uno de los objetivos de este marco de referencia es el de establecer un lenguaje común para el diseño y evaluación de programas curriculares basados en habilidades. Dicho marco propende a la generación de un espacio de comunicación entre todos los actores involucrados en un proceso de diseño curricular.

### 1.3. Alcance del documento

En las siguientes secciones de este documento se presenta nuestra propuesta de un modelo de diseño curricular de programas de pregrado de Ingeniería de Sistemas y Computación (ISC). El documento está dividido en cinco partes: los elementos de un marco curricular de referencia; una metodología de diseño del perfil profesional, de los cursos y del proceso de evaluación y seguimiento; una manera de enmarcar en el diseño curricular los cursos ofrecidos para complementar la formación del estudiante; una comparación con marcos internacionales como CDIO [5] [6] y ABET [2], que describen habilidades y atributos deseados en egresados de ingeniería; y un escenario de utilización que ilustra la creación del nuevo currículum para el contexto particular del programa de Ingeniería de Sistemas y Computación (ISC) de la Universidad de los Andes.

## 2. UN MARCO DE REFERENCIA

El eje principal del marco de referencia es la orientación a proyectos y la definición de habilidades para determinar objetivos pedagógicos que permitan diseñar e integrar nuevos cursos en un currículo.

El marco de referencia propuesto consta de cuatro elementos principales que se detallan a continuación:

- **Modelo ontológico:** define un vocabulario común que permita a los distintos actores involucrados en el diseño curricular comunicarse de manera clara y precisa. Aquí se introducen los conceptos relacionados con el ciclo de vida de solución de problemas, los cuales se utilizan en el resto de componentes del marco de referencia.
- **Espacio de formación:** delimita los cursos y las actividades académicas e investigativas en los cuales se espera que los estudiantes desarrollen habilidades tanto personales como profesionales. Este espacio está dividido en tres niveles de formación: integral, ingenieril y especializado.
- **Mapa de habilidades:** describe el espacio de habilidades profesionales y personales que permite caracterizar el perfil de un ingeniero de sistemas y computación.
- **Estructura curricular:** determina las capas curriculares que enmarcan los cursos en tres niveles de profundización: fundamentación, básico profesional y profesional electivo. El mapa curricular también define los principales campos de aplicación típicos para los ingenieros de sistemas y computación en Colombia de acuerdo a las necesidades del mercado local y las tendencias mundiales.

El marco de referencia está compuesto por:

- Un modelo ontológico
- Un espacio de formación
- Un mapa de habilidades
- Una estructura curricular



## 2.1. Modelo ontológico

Para comprender el alcance de las habilidades definidas por el marco de referencia es necesario introducir los elementos involucrados en la solución de problemas y sus relaciones (figura 9).

Este modelo ontológico está soportado por la siguiente terminología:

1. **BENEFICIARIO:** organización receptora de la solución. Puede ser una empresa, un grupo social, una organización formal o informal, un grupo de investigación, etc.
2. **PROVEEDOR:** organización desarrolladora de la solución. Puede ser una empresa de desarrollo de software o de consultoría en tecnología, un grupo de investigación o un equipo ad-hoc de desarrollo freelance, etc.
3. **SOLUCIÓN:** conjunto de elementos que resuelven un problema. Incluye entregables, productos, resultados, procesos, documentos, software, implantaciones, especificaciones, informes, publicaciones, manuales, etc.
4. **PROBLEMA:** oportunidad (de mejoramiento o de negocio) por alcanzar en el contexto del beneficiario mediante el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC).
5. **PROYECTO:** iniciativa que, a partir de un problema, genera una solución con recursos específicos como personas, tiempo, dinero y tecnología. Un proyecto es elaborado por un proveedor en el contexto definido por un beneficiario.

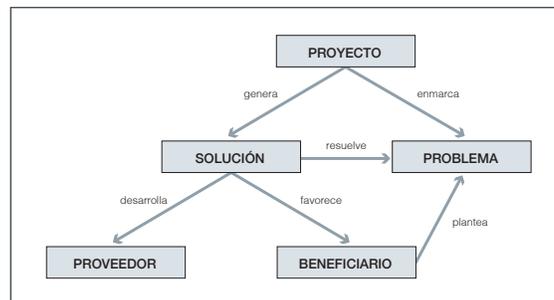


Figura 9. Modelo ontológico para la solución de problemas



Figura 10. Niveles del espacio de formación académica

## 2.2. Espacio de formación

En este marco de referencia se distinguen 3 niveles de formación: integral, ingenieril y especializada, cada uno de los cuales delimita un espacio académico en el cual se espera que los estudiantes desarrollen las habilidades

tanto personales como profesionales (figura 10). Se entiende por espacio académico las diferentes acciones, actividades investigativas de carácter interdisciplinario y materias que deben cursar los estudiantes.

En el espacio de formación integral se espera que el estudiante desarrolle habilidades personales (denominadas también transversales) tales como comunicación efectiva, liderazgo, sentido de la responsabilidad hacia los otros, necesarias para una práctica adecuada de cualquier profesión.

La formación ingenieril delimita el espacio donde el estudiante adquiere las habilidades personales y profesionales necesarias para el ejercicio de cualquier ingeniero, ya sea civil, industrial, mecánico, químico, de sistemas o computación, etc. Vale la pena anotar que en este marco de referencia, la formación ingenieril incluye en su definición, la formación en ciencias básicas.

Por último, la formación especializada hace referencia al espacio donde el estudiante adquiere las habilidades personales y profesionales específicas de un profesional en ingeniería de sistemas y computación.

En general, los espacios de formación integral e ingenieril son definidos y regulados por unidades académicas externas a los programas de ingeniería de sistemas y computación. Dependiendo de la institución, estas unidades pueden ser las facultades de ingeniería, los consejos académicos, las vicerrectorías, etc. Por consiguiente, el mapa de habilidades y la estructura curricular de este marco de referencia, que son descritas en las siguientes dos secciones (2.3, 2.4), están focalizados principalmente en el espacio de formación especializada.

## 2.3. Mapa de habilidades

El mapa de habilidades describe el espacio de habilidades profesionales y personales que permiten caracterizar el perfil de un ingeniero de sistemas y computación. Ha sido concebido con el propósito de facilitar a los diseñadores de programas curriculares la definición de un perfil profesional objetivo en los egresados.

Las habilidades profesionales, dentro de la formación especializada en ingeniería de sistemas y computación, se clasifican en siete categorías relacionadas con la participación de un ingeniero en las diferentes etapas de un proyecto (figura 11): entendimiento, definición, diseño global, diseño detallado, construcción, montaje y administración. Estas categorías agrupan en su totalidad un conjunto de 19 objetivos pedagógicos profesionales, cada uno de los cuales se traduce en una serie de metas de aprendizaje medibles en los estudiantes. Las habilidades personales, por su parte, se concretan en objetivos pedagógicos que son transversales a los diferentes niveles de formación de los estudiantes: integral, ingenieril y especializada (figura 10).

## MAPA DE HABILIDADES

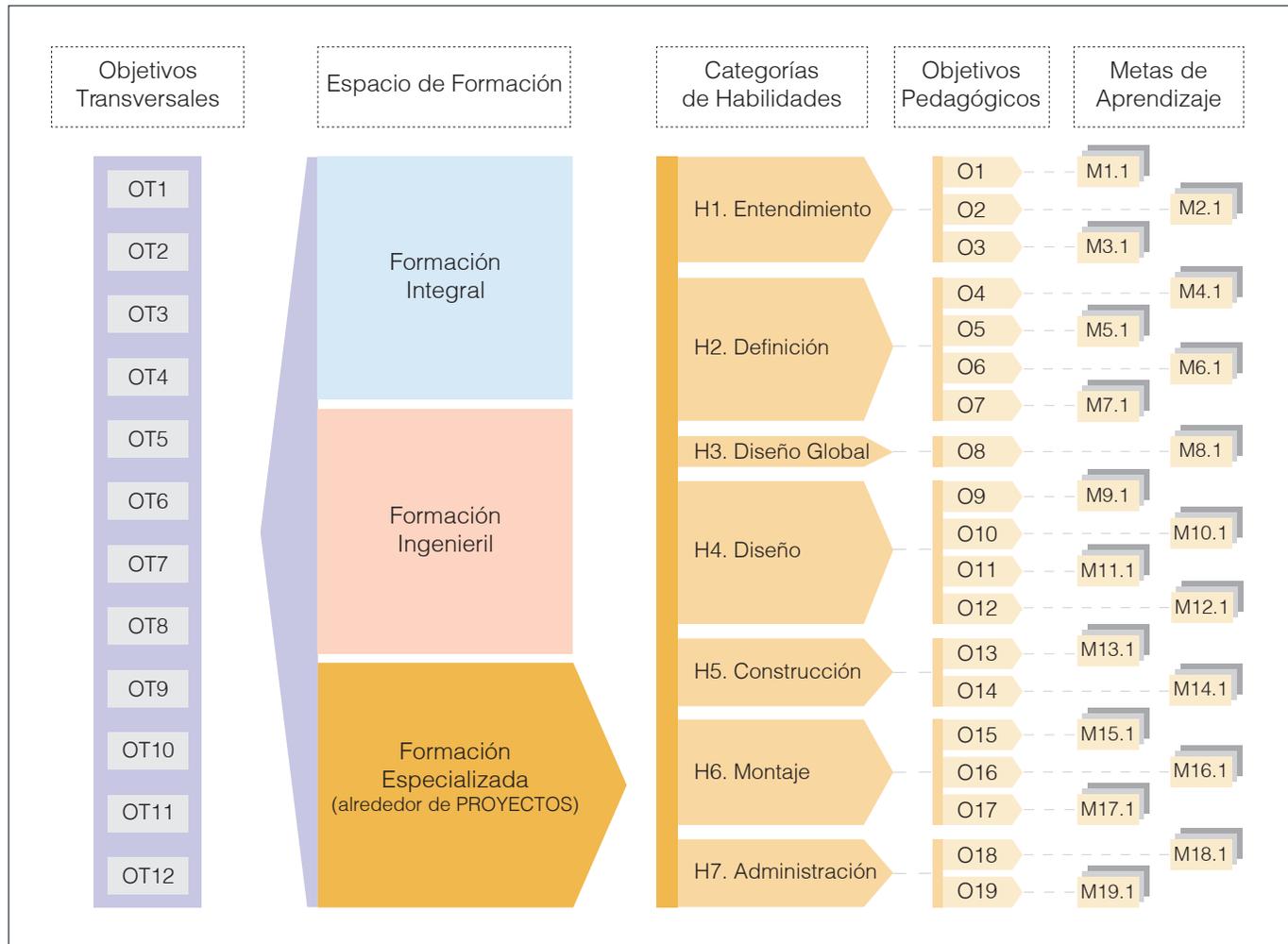


Figura 11. Elementos del mapa de habilidades del marco de referencia

### 2.3.1. Categorías de habilidades profesionales

A continuación se describen las siete categorías dentro de las cuales se clasifican las habilidades profesionales que pueden ser desarrolladas en el espacio de formación especializada (tabla 1).

Tabla 1. Categorías de habilidades

Categoría	Descripción
H1. Entendimiento	Habilidades necesarias para entender la organización beneficiario/proveedor y su entorno
H2. Definición	Habilidades necesarias para definir el proyecto en el beneficiario
H3. Diseño global	Habilidades necesarias para especificar los aspectos globales de la solución
H4. Diseño	Habilidades necesarias para realizar un diseño detallado de los elementos de la solución
H5. Construcción	Habilidades necesarias para construir la solución
H6. Montaje	Habilidades necesarias para efectuar el montaje o puesta en marcha de la solución
H7. Administración	Habilidades necesarias para administración de la solución

### 2.3.2. Objetivos pedagógicos profesionales

Las categorías de habilidades presentadas anteriormente agrupan objetivos pedagógicos profesionales. La decisión que cada institución adopte sobre el subconjunto de los objetivos pedagógicos que desee alcanzar, determinará el perfil profesional de sus egresados.

**H1. Entendimiento** de una organización beneficiario/proveedor y de su entorno.

Identificador	Descripción
O1	Tener una visión general de un beneficiario/proveedor en términos de su estructura, funcionamiento, cadena de valor, procesos, interacción con el medio socio-económico al que pertenece, etc.
O2	Desarrollar la capacidad de adquirir un entendimiento global de un beneficiario, en diferentes niveles de abstracción, para identificar elementos relevantes en un contexto o una necesidad específica.
O3	Crear y/o entender un proveedor.

**H2. Definición de un proyecto en el beneficiario.**

Identificador	Descripción
O4	Tener la capacidad de identificar un problema.
O5	Concebir un proyecto por medio de especificación de requerimientos, identificación de los actores interesados o involucrados en un problema, definición de recursos e identificación de riesgos.
O6	Tener la capacidad de identificar el impacto y valor agregado de una solución.
O7	Definir la organización de un proyecto que desarrollará el proveedor.

**H3. Diseño global mediante la especificación de los aspectos globales de una solución.**

Identificador	Descripción
O8	Diseñar y justificar una aproximación viable para resolver el problema, del cual existe una descripción completa. Esta aproximación debe contemplar la estructura general de la solución y la definición de las necesidades de administración de la misma, una vez construida (gobierno de la solución).

**H4. Diseño detallado de los elementos de la solución.**

Identificador	Descripción
O9	Diseñar y justificar el diseño de la solución, de forma que corresponda a las especificaciones globales, con un nivel de detalle suficiente para que se pueda construir o llevar a cabo.
O10	Diseñar los planes de pruebas de la solución en distintos niveles (pruebas de las partes y del sistema como un todo), cubriendo los distintos aspectos de la solución (pruebas funcionales, de carga, de persistencia, etc.).
O11	Diseñar el proceso para construir la solución, detallando el plan global de forma que responda a las posibilidades y restricciones del proveedor, con un nivel de detalle suficiente para que dicho proceso se pueda ejecutar.
O12	Diseñar los procesos de entrega y puesta en operación de la solución y de su gestión en el marco del beneficiario.

**H5. Construcción de la solución.**

Identificador	Descripción
O13	Materializar la solución según el proceso y la especificación definidos, construyendo, integrando o adaptando cada una de las partes.
O14	Documentar la solución para facilitar su entendimiento, mantenimiento y evolución.

**H6. Montaje o puesta en marcha de la solución.**

Identificador	Descripción
O15	Entregar la solución a los distintos niveles del beneficiario para lograr su apropiación.
O16	Coordinar o participar en la ejecución de un plan de paso a producción o uso de la solución en el beneficiario, considerando los aspectos técnicos (transformación de datos, compatibilidad entre sistemas, etc.) y los no técnicos.
O17	Consolidar y divulgar los resultados obtenidos con la solución, con respecto a otros procedimientos existentes, necesidades insatisfechas y nuevos mercados.

**H7. Administración de la solución.**

Identificador	Descripción
O18	Comprender y ejecutar los procesos de operación y administración de la solución para asegurar su valor agregado en el beneficiario.
O19	Comprender la relación de la solución con otros procesos y recursos de tecnología en la empresa.

### 2.3.3. Metas de aprendizaje

Los objetivos pedagógicos profesionales descritos anteriormente se traducen en un conjunto de metas medibles a lo largo de la formación de los estudiantes. La medición de estas metas permite determinar el nivel de cumplimiento de los objetivos y tomar las medidas necesarias en el diseño curricular para garantizar un mejoramiento continuo del programa.

#### H1. Entendimiento de una organización beneficiario/proveedor y de su entorno.

**O1.** Tener una visión general de un beneficiario/proveedor en términos de su estructura, funcionamiento, cadena de valor, procesos, interacción con el medio socio-económico al que pertenece, etc.

#### Descripción de metas de aprendizaje

**M1.1** Conocer diferentes formas de organización de un beneficiario/proveedor (por funciones / por procesos / por proyectos) y el papel que cumple cada uno de sus elementos.

**M1.2** Entender el concepto de cadena de valor y el papel que esta desempeña en la comprensión de un beneficiario/proveedor.

**M1.3** Entender el concepto de proceso y el papel que cumple en la organización de un beneficiario/proveedor.

**M1.4** Entender que existen elementos del entorno que impactan el desempeño o la estrategia del beneficiario/proveedor.

**O2.** Desarrollar la capacidad de adquirir un entendimiento global de un beneficiario, con diferentes niveles de abstracción para identificar elementos relevantes de acuerdo con un contexto o una necesidad específica.

#### Descripción de metas de aprendizaje

**M2.1** Comprender la cadena de valor de un beneficiario.

**M2.2** Identificar y modelar los procesos relevantes de acuerdo con unas necesidades específicas.

**M2.3** Conocer lenguajes, estándares y metodologías para entender y modelar procesos (p.e. BPEL, ebXML).

**M2.4** Definir, identificar los formalismos adecuados para expresar el entendimiento de los aspectos relevantes en el beneficiario.

**M2.5** Entender el entorno de un beneficiario en cuanto a su tecnología y flujos de información: arquitectura de sistemas de información (SI), arquitectura de datos y de comunicaciones.

**O3. Creación y entendimiento de un proveedor y de su entorno.****Descripción de metas de aprendizaje**

**M3.1** Conocer diferentes formas de organizar un proveedor, su contexto y restricciones.

**M3.2** Entender cómo un proveedor genera valor y se distingue de su competencia.

**M3.3** Definir la organización adecuada para un proveedor.

**M3.4** Conocer procesos, estructura, funcionamiento, administración, insumos, recursos, papeles, restricciones, metodologías, etc., existentes en el proveedor.

**H2. Definición de un proyecto en el beneficiario.****O4. Tener la capacidad de identificar un problema.****Descripción de metas de aprendizaje**

**M4.1** Usar su entendimiento del beneficiario, su arquitectura y su contexto para identificar los puntos sensibles en donde la tecnología de información (TI) puede tener un impacto positivo, y con base en ellos definir uno o varios proyectos.

**O5. Concebir un proyecto por medio de especificación de requerimientos, identificación de los actores interesados o involucrados en un problema, definición de recursos y determinación de riesgos.****Descripción de metas de aprendizaje**

**M5.1** Apropiar conocimiento de otras disciplinas pertinentes al problema e interactuar con expertos no informáticos del beneficiario.

**M5.2** Especificar los requerimientos de un proyecto, en términos de qué debe lograrse con la solución, utilizando un formalismo apropiado, y acordarlos con los actores involucrados.

**M5.3** Identificar necesidades, restricciones y oportunidades de tecnología y de negocio para un proyecto, que indiquen cómo adaptar la solución a las condiciones del entorno. Ejemplos de estas restricciones pueden ser posibilidades de cambios de procesos o de normas, uso de ciertas plataformas de datos o de integración, disponibilidad esperada, desempeño, interacción, visualización, distribución, sincronización de dispositivos y otros cambios ligados a arquitecturas específicas.

**O6.** Tener la capacidad de identificar el impacto y valor agregado de la solución.

#### Descripción de metas de aprendizaje

**M6.1** Usar metodologías apropiadas (puntos funcionales, análisis históricos, análisis de costo/beneficio) para evaluar los costos y los beneficios económicos de una solución.

**M6.2** Tener sensibilidad para entender el impacto social de una solución.

**M6.3** Utilizar metodologías apropiadas para evaluar el impacto organizacional de una solución.

**M6.4** Justificar la viabilidad, sostenibilidad y conveniencia de un proyecto, tanto para el beneficiario como para el proveedor.

**O7.** Definir la organización de un proyecto que va a ser desarrollado por el proveedor.

#### Descripción de metas de aprendizaje

**M7.1** Definir el proceso, el cronograma, el manejo de riesgos, el control de calidad, los estimativos del esfuerzo (tiempo, dinero, personas), los puntos de control y el proceso de control de cambios para un proyecto.

**M7.2** Establecer los recursos concretos, papeles y responsabilidades necesarios para el desarrollo de un proyecto.

**M7.3** Definir los entregables y los criterios de aceptación de un proyecto.

### H3. Diseño global mediante la especificación de los aspectos globales de una solución.

**O8.** Diseñar y ser capaz de justificar una aproximación viable para resolver el problema, del cual existe una descripción completa. Esta aproximación debe contemplar la estructura general de la solución y la definición de sus necesidades de administración una vez haya sido construida (gobierno de la solución).

#### Descripción de metas de aprendizaje

**M8.1** Comprender las diferentes dimensiones o elementos que participan en una solución y el impacto de las decisiones que se toman en cada una de ellas.

**M8.2** Analizar las alternativas, comparar y seleccionar los elementos que componen una solución, de forma que sea viable en el contexto de un problema, beneficiario y proveedor.

**M8.3** Usar estrategias para definir la estructura general de una solución, haciendo explícitos sus componentes (o partes), las relaciones que existen entre ellos y con los demás elementos que hacen parte del contexto de un proyecto. Ejemplos de estas estrategias son dividir y conquistar, diseño por componentes, división por responsabilidades, diseño top-down y bottom-up, y uso de arquitecturas de referencia.

**M8.4** Validar con un beneficiario y justificar la estructura general de la solución con respecto a un problema y al contexto de definición de un proyecto.

**M8.5** Diseñar el proceso de construcción de una solución, incluyendo los ciclos en los cuales se divide, refinando los estimados de costos, recursos y tiempo, siguiendo los estándares definidos para tal fin.

**M8.6** Definir las necesidades de administración de una solución, haciendo explícitos los esquemas de manejo que garanticen su adecuada operación.

**M8.7** Conocer y utilizar con habilidad los lenguajes y estándares existentes y pertinentes para expresar las dimensiones de una solución.

**H4. Diseño detallado de los elementos de la solución.**

**O9.** Diseñar y justificar la solución, de forma que corresponda a las especificaciones globales, con un nivel de detalle suficiente para que se pueda construir o llevar a cabo.

Descripción de metas de aprendizaje

**M9.1** Conocer y utilizar los lenguajes y estándares existentes que permitan expresar de manera detallada el diseño de una solución.

**M9.2** Seguir una metodología de refinamiento progresivo para pasar de los componentes de la estructura global hasta llegar a elementos de diseño con alto nivel de detalle.

**M9.3** Identificar e incorporar al diseño elementos existentes que se puedan adaptar para que hagan parte de una solución.

**M9.4** Especificar desde el punto de vista funcional y no funcional los componentes (o partes) que se deben construir, adquirir o adaptar, y mostrar que cumplen con los requerimientos establecidos para así justificar las decisiones tomadas.

**O10.** Diseñar los planes de pruebas de la solución, en distintos niveles (pruebas de las partes y del sistema como un todo), cubriendo los distintos aspectos de la solución (pruebas funcionales, de carga, de persistencia, etc.).

Descripción de metas de aprendizaje

**M10.1** Conocer los formalismos, metodologías y tecnologías para definir y construir planes de pruebas.

**M10.2** Validar los planes de prueba frente a los requerimientos globales y específicos de un proyecto, teniendo en cuenta el contexto del beneficiario.

**O11.** Diseñar el proceso para construir la solución detallando el plan global, de forma que responda a las posibilidades y restricciones del proveedor, con un nivel de detalle suficiente para que se pueda ejecutar.

Descripción de metas de aprendizaje

**M11.1** Definir los ciclos y las etapas que se deben seguir en la construcción de una solución, asignando a cada una de ellas tiempo y recursos y especificando los entregables que se van a producir.

**M11.2** Conocer y ser capaz de expresar el proceso de construcción de una solución utilizando los lenguajes y estándares convenientes.

**M11.3** Definir la manera en que se van a medir y cuantificar los resultados obtenidos en las distintas etapas de construcción de una solución, de manera que sea posible mantener la trazabilidad del proyecto.

**O12.** Diseñar los procesos de entrega y puesta en operación de la solución y de su gestión en el marco de la solución.

#### Descripción de metas de aprendizaje

**M12.1** Definir los protocolos de entrega de una solución a un beneficiario.

**M12.2** Definir los planes de puesta en operación de una solución, que deben incluir, entre otros, el cambio organizacional, los esquemas de migración, el entrenamiento a usuarios y los planes de contingencia.

**M12.3** Detallar el proceso de administración de una solución, definiendo tareas, recursos, periodicidad, manejo de incidentes, etc., utilizando los lenguajes y estándares existentes.

### H5. Construcción de la solución.

**O13.** Materializar la solución según el proceso de construcción y la especificación definidos, construyendo, integrando o adaptando cada una de las partes.

#### Descripción de metas de aprendizaje

**M13.1** Construir los elementos de una solución, garantizando el cumplimiento de la especificación, aplicando los fundamentos de la ingeniería, la computación, el dominio del problema y los métodos de construcción pertinentes.

**M13.2** Seguir las etapas del proceso definido para la construcción de una solución y cumplir con los compromisos de acuerdo con los roles y responsabilidades definidos.

**M13.3** Seguir el plan de pruebas para una solución, con el fin de medir e interpretar los resultados.

**M13.4** Usar las tecnologías y herramientas pertinentes y adecuadas en el proceso de construcción/adaptación de elementos.

**O14.** Documentar la solución para facilitar su entendimiento, mantenimiento y evolución.

#### Descripción de metas de aprendizaje

**M14.1** Documentar la implementación de un elemento de una solución usando algún formalismo apropiado en el contexto del beneficiario y el proveedor.

**M14.2** Administrar el proceso de construcción de la solución y ajustarlo de acuerdo con la ejecución de un proyecto.

**M14.3** Medir y registrar los resultados de la ejecución del proceso de construcción de una solución.

**M14.4** Evaluar y medir el cumplimiento de un proyecto con respecto al plan, detectar factores problemáticos y de riesgo e implantar los ajustes pertinentes.

**M14.5** Documentar el proceso de construcción de una solución y ejecución del plan para el proyecto, con el fin de mejorar futuros proyectos del proveedor.

**H6. Montaje o puesta en marcha de la solución.**

**O15.** Entregar la solución a los distintos niveles del beneficiario para lograr su apropiación.

Descripción de metas de aprendizaje

**M15.1** Explicar a quienes conforman el beneficiario, así como a usuarios no técnicos, el funcionamiento, la utilidad y el impacto de una solución.

**M15.2** Seguir los protocolos de entrega de una solución.

**O16.** Coordinar o participar en la ejecución de un plan de paso a producción o uso de la solución en el beneficiario, considerando los aspectos técnicos (transformación de datos, compatibilidad entre sistemas, etc.) y los no técnicos.

Descripción de metas de aprendizaje

**M16.1** Entender un plan de paso a producción, sus etapas, las restricciones y los eventuales planes de contingencia.

**M16.2** Ejecutar el plan de paso a producción utilizando las herramientas necesarias.

**M16.3** Participar en las tareas no técnicas del manejo del cambio incluidas en el plan de puesta en producción, que le permiten a un beneficiario apropiarse una solución (adaptación de procesos, capacitación, acompañamiento, etc.).

**O17.** Consolidar y divulgar los resultados obtenidos con la solución, con respecto a otras existentes, necesidades insatisfechas y nuevos mercados.

Descripción de metas de aprendizaje

**M17.1** Abstractar, sintetizar y expresar de manera adecuada los puntos fundamentales y las lecciones aprendidas del proyecto.

**H7. Administración de la solución.**

**O18.** Comprender y ejecutar los procesos de operación y administración de la solución para asegurar su valor agregado en el beneficiario.

**Descripción de metas de aprendizaje**

**M18.1** Conocer y administrar herramientas de tecnología informática que le permitan al beneficiario facilitar la operación de una solución en función de sus objetivos.

**M18.2** Entender el valor agregado de una solución en el beneficiario y el contexto de negocio de éste.

**M18.3** Hacer seguimiento a la operación de una solución para generar alertas de comportamiento e identificar deficiencias que conlleven ajustes en las actividades previamente realizadas o al inicio de nuevos proyectos.

**O19.** Comprender la relación de la solución con otros procesos y soluciones de tecnología en la empresa.

**Descripción de metas de aprendizaje**

**M19.1** Identificar nuevas oportunidades tecnológicas que faciliten o mejoren la operación de una solución en el beneficiario.

### 2.3.4. Objetivos pedagógicos transversales

Los objetivos pedagógicos transversales corresponden a las habilidades personales necesarias para una práctica adecuada de cualquier profesión (tabla 2). Estas habilidades son adquiridas transversalmente en los tres niveles de formación académica: integral, ingenieril y especializada (figura 10).

Tabla 2. Objetivos pedagógicos transversales

Identificador	Descripción
OT1	Contar con la capacidad de integrar y actualizar sus herramientas en el desarrollo de soluciones.
OT2	Tener la capacidad de evaluar el impacto de sus decisiones y ser consciente de las consecuencias de estas en su trabajo y en la calidad de sus resultados.
OT3	Ser analítico y crítico en las aplicaciones de metodologías, estándares y procesos para garantizar la calidad.
OT4	Participar activamente (como interlocutor) en grupos globalizados. Generar ideas, negociar, argumentar, planear, organizar, llevar a cabo y ser capaz de aprender de las experiencias y capitalizarlas en términos cuantitativos y cualitativos.
OT5	Ser capaz de aprender, entender, aplicar e integrar conocimientos para interactuar positivamente con su entorno.
OT6	Ser capaz de innovar (emprendimiento) con tecnologías de punta.
OT7	Permanecer en constante actualización: aprender nuevos modelos, técnicas y tecnologías en la medida en que emergen y apreciar la necesidad de la formación profesional continua.
OT8	Ser una persona autónoma con capacidad de autoaprendizaje.
OT9	Ser capaz de interactuar con diversidad de entornos y grupos multidisciplinares, multiculturales, multilingües.
OT10	Brindar herramientas de trabajo colaborativo para integrar disciplinas y desarrollar proyectos de aplicación en diversos sectores en los ámbitos nacional e internacional.
OT11	Tener compromiso con la calidad de su ejercicio profesional: plantear soluciones correctas y adecuadas que se ajusten a las necesidades de los usuarios y los clientes, cumpliendo restricciones de tiempo y presupuesto.
OT12	Demostrar responsabilidad y ética profesional.

## 2.4. Estructura curricular

La estructura curricular del marco de referencia está delimitada por los niveles del espacio de formación (figura 10).

El nivel de formación integral contiene cursos de propósito general en áreas relacionadas con artes y humanidades, ciencias sociales, idiomas, etc.

El nivel de formación ingenieril contempla los cursos de fundamentos en ingeniería y en ciencias básicas.

El nivel de formación especializada abarca los cursos específicos en ingeniería de sistemas y computación. Estos cursos están divididos en cuatro grupos (figura 12): cursos de fundamentación, cursos de formación profesional básica, cursos electivos profesionales y cursos en la línea de proyectos.

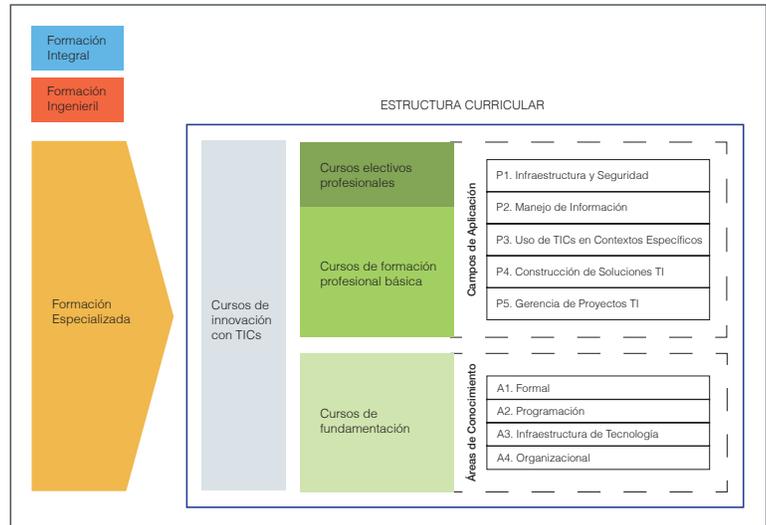


Figura 12. Estructura curricular para el diseño curricular

Los **cursos de fundamentación** generan habilidades y brindan conocimientos fundamentales en las siguientes áreas de la ingeniería de sistemas y computación: formal, de programación, de infraestructura tecnológica y organizacional.

Los **cursos de formación profesional básica** generan las competencias necesarias para abordar de manera exitosa el desarrollo de proyectos en el futuro ámbito profesional. Estos cursos están agrupados en cinco **campos de aplicación**, definidos por el tipo de proyecto.

Los **cursos electivos profesionales** le permiten al estudiante profundizar en alguno de los campos de aplicación de la profesión.

Los **cursos de innovación con TICs**, como su nombre lo indica, tienen como propósito la generación de competencias en innovación con tecnologías de información.

### 2.4.1. Descripción de las áreas de conocimiento

A continuación se describen las áreas de conocimiento que delimitan el alcance de los cursos de fundamentación.

- **F1. Formal.** Proyectos en los cuales se debe demostrar propiedades de aritmética entendiendo su aplicabilidad a las ciencias de computación. Esto implica razonar matemáticamente y lógicamente para entender y usar estructuras discretas para modelar, para evaluar argumentos matemáticos, para identificar razonamientos y argumentos falaces, y para llevar a cabo demostraciones. Por otro lado, se abarcan los conceptos de la teoría de lenguajes a través de los formalismos usados para describir los lenguajes y las máquinas usadas para reconocerlos.
- **F2. Programación.** Proyectos en los que se debe diseñar e implementar las estructuras de datos necesarias para resolver un problema, teniendo en cuenta un conjunto de restricciones y criterios de calidad. Esto implica utilizar las herramientas y técnicas adecuadas para resolver el problema de una realidad en términos de un programa de computador.
- **F3. Infraestructura de Tecnología.** Proyectos en los cuales es necesario comprender la problemática de la representación de la información y usar herramientas para representarla. Esto implica comprender el soporte que el hardware proporciona la software, la caracterización de los componentes del computador, y la caracterización de los componentes de una arquitectura.
- **F4. Organizacional.** Proyectos donde las tecnologías de información (TI) permitan articular la organización con su entorno y lograr cumplir sus objetivos de negocio. Los proyectos se orientan a analizar diversos conceptos como estructura organizacional, cultura organizacional, cambio, cadena de valor, procesos de negocios, y la información misma.

### 2.4.2. Descripción de los campos de aplicación

A continuación se describen los campos de aplicación que delimitan el alcance de los cursos de formación profesional básica y de los cursos electivos profesionales.

- **P1. Desarrollo de Infraestructura & seguridad.** Proyectos en los que se deben planear, diseñar e implantar soluciones de infraestructura de tecnología que involucren servidores, comunicaciones, aspectos de seguridad y otros elementos relacionados. Estas soluciones deben aprovechar oportunidades planteadas por las nuevas tecnologías para la generación de valor agregado en las organizaciones.
- **P2. Manejo de información.** Proyectos que se caracterizan por un cierto grado de complejidad en el manejo de los datos. La complejidad puede estar dada por volumen, uso, número de usuarios, heterogeneidad o requerimientos de integración. En el marco de una arquitectura empresarial, hacen énfasis en la dimensión de información y su relación con las dimensiones de negocio, aplicación e infraestructura, orientados a la construcción de sistemas de información de nivel estratégico, táctico u operativo.

- **P3. Uso de TIC en contextos específicos.** Proyectos para los cuales se parte de la identificación de un problema u oportunidad que se pueda abordar con TIC, y cuya solución se alcanza siguiendo el ciclo completo de desarrollo del proyecto. Se orientan principalmente a dos contextos particulares: el empresarial y el de construcción de nuevos productos de TI. Eso implica un conocimiento de las problemáticas y las tecnologías que se utilizan en ambos casos.

El foco de estos proyectos se encuentra en el entendimiento del contexto global, el estudio y evaluación de distintas estrategias y alternativas de solución, la evaluación de los beneficios y riesgos, y la definición detallada de los proyectos que permiten construir las soluciones necesarias.

- **P4. Construcción de soluciones de TI.** Proyectos donde están claramente definidos los objetivos para la construcción de una solución de TI que implica desarrollo de software. Tanto los requerimientos funcionales como los no funcionales han sido establecidos y enmarcados en las necesidades de una organización.

El punto central de estos proyectos se encuentra en hacer el diseño global de una solución teniendo en cuenta restricciones y atributos de calidad no triviales; luego, el diseño detallado de cada uno de los componentes; y, finalmente, su construcción utilizando las TI adecuadas. La calidad de la solución construida se debe demostrar haciendo uso de criterios de evaluación de la arquitectura y mediante un esquema completo de pruebas.

- **P5. Gerencia de proyectos de TI.** Proyectos en los que el punto más importante es el proceso de construcción de la solución trabajando en un equipo. Esto incluye la definición de la estrategia, el diseño de los ciclos de construcción, la asignación de roles y responsabilidades de cada uno de los integrantes del equipo, la definición de los mecanismos de seguimiento y el control de calidad de todos los entregables. Estos proyectos tienen bien definidos los requerimientos funcionales y se encuentran claramente enmarcados en las necesidades de una organización.



### 3. UNA METODOLOGÍA DE DISEÑO CURRICULAR

La **metodología de diseño** curricular propuesta en este documento describe el proceso que se debe seguir para concebir un currículo que persiga un perfil profesional deseado (figura 13). Cabe anotar que esta metodología está alineada con los requerimientos planteados por los procesos de acreditación internacional como se presentará en el capítulo 5.

Una institución académica interesada en efectuar un diseño curricular debe expresar el perfil profesional deseado en sus egresados. Para tal fin, se selecciona el subconjunto de objetivos pedagógicos profesionales que se pretenden alcanzar y su relevancia dentro del perfil. Posteriormente se diseña el conjunto de cursos que perseguirán dichos objetivos, indicando su contribución al perfil profesional deseado. Finalmente, se compara el perfil obtenido con el perfil profesional definido inicialmente con el propósito de validar el resultado del proceso de diseño curricular. El seguimiento que se haga al currículo implementado, en un periodo de tiempo, permitirá verificar si el perfil de los egresados corresponde efectivamente al perfil que se había concebido y tomar las medidas necesarias de ajuste curricular en caso contrario.

La metodología de diseño contempla **ocho** actividades para el proceso de diseño curricular

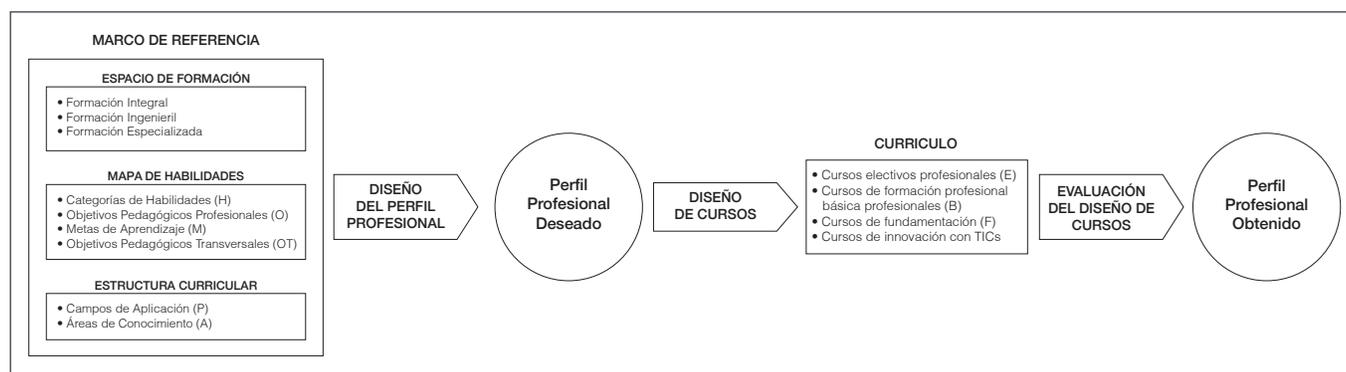


Figura 13. Metodología de diseño curricular

A continuación se describen cada una de las actividades concretas de diseño curricular, el cual está basado en el marco de referencia propuesto (figura 14).

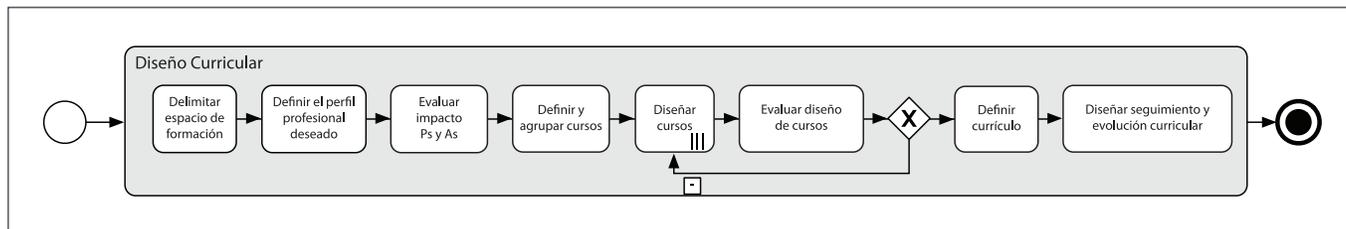


Figura 14. Actividades del proceso de diseño curricular

**Actividad 1.** Delimitar el espacio de formación para el nuevo programa de Ingeniería de Sistemas y Computación.

Esta primera actividad consiste en definir el número de créditos (o porcentaje de contribución en el currículo) para cada uno de los tres niveles de formación del nuevo programa (integral, ingenieril y especializada, ver sección 2.2.).

La siguiente tabla puede usarse como ayuda para definir este espacio de formación:

Tabla 3. Definición del espacio de formación del nuevo currículo

Tipo de formación		Número de créditos	%
Formación integral			
Formación ingenieril			
Formación especializada	Cursos electivos profesionales		
	Cursos de formación profesional básica		
	Cursos de fundamentación		
	Cursos de innovación con TICs		
Total			100

Es importante anotar que el número de créditos e incluso los cursos mismos de la formación tanto integral como ingenieril pueden estar predefinidos por unidades académicas externas al programa de ingeniería de sistemas y computación. Por consiguiente, el diseño curricular para el nuevo programa puede verse limitado exclusivamente al nivel de formación especializada.

**Actividad 2.** Definir el perfil profesional deseado.

Esta actividad consiste en la selección y ponderación de un subconjunto de objetivos pedagógicos y categorías de habilidades (*ver sección 2.3.2.*) que se pretenden desarrollar en los estudiantes y que determinan el perfil profesional deseado. Es importante resaltar que:

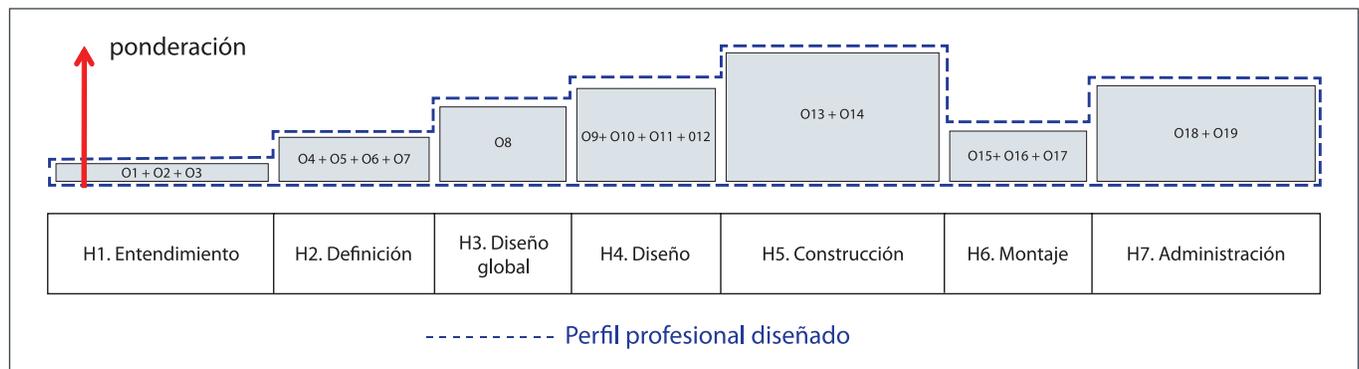
- La ponderación de cada objetivo pedagógico (O1 ... O19) corresponde al porcentaje de tiempo que el currículo dedicará a generar la respectiva habilidad. La suma de las ponderaciones de todos los objetivos debe ser 100.
- La ponderación de cada categoría de habilidades (H1 ... H7) corresponde al porcentaje de tiempo que el currículo dedicará a generar las habilidades necesarias para abordar la respectiva etapa del ciclo de vida de un proyecto. La suma de las ponderaciones de todas las categorías de habilidades debe ser 100.
- La suma de las ponderaciones los objetivos pedagógicos agrupados por una categoría de habilidad debe ser igual a la ponderación de dicha categoría.

La ponderación de las categorías de habilidades y de los objetivos pedagógicos se puede efectuar usando la siguiente tabla:

**Tabla 4.** Ponderación de categorías de habilidades y de objetivos pedagógicos

Categoría de habilidad	H1			H2				H3	H4				H5		H6			H7	
Ponderación																			
Objetivo pedagógico	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13	O14	O15	O16	O17	O18	O19
Ponderación																			

A partir de los resultados de ponderación es posible graficar el perfil profesional deseado. De esta forma, un perfil profesional puede ser visto como una curva en el espacio de habilidades, en la cual la altura en cada punto corresponde a la ponderación de dicha habilidad (figura 15).



**Figura 15.** Representación gráfica del perfil profesional deseado

El perfil profesional deseado da los lineamientos para definir los cursos requeridos, de acuerdo a la relevancia de las categorías de habilidades y de los objetivos pedagógicos seleccionados.

**Actividad 3.** Definir el impacto de los campos de aplicación y las áreas de conocimiento sobre el perfil profesional deseado.

Esta actividad consiste en definir el impacto que cada una de las cuatro áreas de conocimiento (*ver sección 2.4.1*) y cada uno de los cinco campos de aplicación (*ver sección 2.4.2*) tiene sobre cada una de las categorías de habilidades del perfil profesional deseado. El impacto es un valor numérico (de 0 a 10) que se determina distribuyendo el porcentaje de ponderación de cada categoría de habilidad (definida en la actividad 2) entre las áreas de conocimiento y los campos de aplicación.

La definición del impacto se puede efectuar usando la siguiente tabla:

**Tabla 5.** Definición del impacto de los campos de aplicación y de las áreas de conocimiento sobre el perfil profesional

	H1. Entendimiento	H2. Definición	H3. Diseño global	H4. Diseño	H5. Construcción	H6. Montaje	H7. Administración
P1. Infraestructura & seguridad							
P2. Manejo de Información							
P3. Uso de TIC en contextos específicos							
P4. Construcción de soluciones de TI							
P5. Gerencia de proyectos de TI							
A1. Formal							
A2. Programación							
A3. Infraestructura de tecnología							
A4. Organizacional							
<b>Total</b>							

El énfasis que los futuros cursos de formación especializada (*ver sección 2.4*) deberán dar a cada una de las categorías de habilidades, está determinado por los impactos definidos en esta actividad. Esto ayuda a entender la contribución de las áreas de conocimiento y de los campos de aplicación al perfil profesional deseado.

#### Actividad 4. Definir los cursos de formación especializada.

En esta actividad se definen los cursos del nivel de formación especializada (ver sección 2.4). Para cada curso de especifica su nombre y su objetivo. Para los cursos de fundamentación, se indica el área de conocimiento relacionada (A1 ... A4). Para los cursos de formación profesional básica y los cursos electivos profesionales se indica el campo de aplicación abordado (P1 ... P5).

La definición de los cursos se puede hacer usando la siguiente tabla:

**Tabla 6.** Definición y clasificación de cursos

	Curso electivo profesional	Objetivo del curso
	E1. <Nombre del curso>	
	En. <Nombre del curso>	
Campo de Aplicación	Curso de formación profesional básica	Objetivo del Curso
P1. Infraestructura & seguridad	C1. <Nombre del curso>	
P2. Manejo de información		
P3. Uso de TIC en contextos específicos		
P4. Construcción de soluciones de TI		
P5. Gerencia de proyectos de TI	Cn. <Nombre del curso>	
Área de conocimiento	Curso de fundamentación	Objetivo del curso
A1. Formal	F1. <Nombre del curso>	
A2. Programación		
A3. Infraestructura de tecnología		
A4. Organizacional	Fn. <Nombre del curso>	
	Curso de Innovación con TICs	Objetivo del curso
	I1. <Nombre del curso>	
	In. <Nombre del curso>	

#### Actividad 5. Diseñar los cursos de formación especializada.

El diseño de un curso consta de los siguientes elementos:

1. Información general del curso: identificador, código, nombre, tipo (fundamentación/profesional básico/electivo profesional/innovación con TICs), campo de aplicación/área de conocimiento (si aplica).
2. Ponderación de objetivos pedagógicos, esto es el tiempo (porcentaje) que se dedicará dentro del curso para alcanzar cada objetivo.
3. Competencias específicas a desarrollar por objetivo pedagógico profesional. Estas competencias son una adaptación de las metas de aprendizaje del marco de referencia (ver sección 2.3.3) de acuerdo al contenido del curso.
4. Competencias específicas a desarrollar por objetivo pedagógico transversal.
5. Estructura del curso (plan de desarrollo, contenidos, metodología, tecnologías y herramientas, bibliografía, evaluación) teniendo en cuenta una división en el tiempo.

Para realizar el diseño detallado de los cursos, se propone usar la siguiente plantilla:

Información general					
Identificador	<Identificador interno del curso, de acuerdo con este documento Ej. C5>				
Código del curso	<Código del curso, de acuerdo a la reglamentación de la institución educativa>				
Nombre del curso	<Nombre del curso>				
Tipo de curso	< Fundamentación/profesional básico/electivo profesional/innovación con TICs >				
Campo de aplicación/Área de conocimiento	<Campo de aplicación/Área de conocimiento en el cual está enmarcado el curso>				
Objetivo general	<Propósito del curso>				
Competencias específicas a desarrollar por objetivo pedagógico profesional					
Al final del curso, el estudiante será capaz de:					
O1 [X %]	<Competencias que el curso pretende generar para alcanzar este objetivo pedagógico>				
O2 [X %]	<Competencias que el curso pretende generar para alcanzar este objetivo pedagógico>				
O3 [X %]	<Competencias que el curso pretende generar para alcanzar este objetivo pedagógico>				
O4 [X %]	<Competencias que el curso pretende generar para alcanzar este objetivo pedagógico>				
O5 [X %]	<Competencias que el curso pretende generar para alcanzar este objetivo pedagógico>				
O6 [X %]	<Competencias que el curso pretende generar para alcanzar este objetivo pedagógico>				
O7 [X %]	<Competencias que el curso pretende generar para alcanzar este objetivo pedagógico>				
O8 [X %]	<Competencias que el curso pretende generar para alcanzar este objetivo pedagógico>				
O9 [X %]	<Competencias que el curso pretende generar para alcanzar este objetivo pedagógico>				
O10 [X %]	<Competencias que el curso pretende generar para alcanzar este objetivo pedagógico>				
O11 [X %]	<Competencias que el curso pretende generar para alcanzar este objetivo pedagógico>				
O12 [X %]	<Competencias que el curso pretende generar para alcanzar este objetivo pedagógico>				
O13 [X %]	<Competencias que el curso pretende generar para alcanzar este objetivo pedagógico>				
O14 [X %]	<Competencias que el curso pretende generar para alcanzar este objetivo pedagógico>				
O15 [X %]	<Competencias que el curso pretende generar para alcanzar este objetivo pedagógico>				
O16 [X %]	<Competencias que el curso pretende generar para alcanzar este objetivo pedagógico>				
O17 [X %]	<Competencias que el curso pretende generar para alcanzar este objetivo pedagógico>				
O18 [X %]	<Competencias que el curso pretende generar para alcanzar este objetivo pedagógico>				
O19 [X %]	<Competencias que el curso pretende generar para alcanzar este objetivo pedagógico>				
Competencias específicas a desarrollar por objetivo pedagógico transversal					
Al final del curso, el estudiante será capaz de:					
OT1	<Competencias específicas a desarrollar para alcanzar este objetivo transversal>				
OT2	<Competencias específicas a desarrollar para alcanzar este objetivo transversal>				
OT3	<Competencias específicas a desarrollar para alcanzar este objetivo transversal>				
OT4	<Competencias específicas a desarrollar para alcanzar este objetivo transversal>				
OT5	<Competencias específicas a desarrollar para alcanzar este objetivo transversal>				
OT6	<Competencias específicas a desarrollar para alcanzar este objetivo transversal>				
OT7	<Competencias específicas a desarrollar para alcanzar este objetivo transversal>				
OT8	<Competencias específicas a desarrollar para alcanzar este objetivo transversal>				
OT9	<Competencias específicas a desarrollar para alcanzar este objetivo transversal>				
OT10	<Competencias específicas a desarrollar para alcanzar este objetivo transversal>				
OT11	<Competencias específicas a desarrollar para alcanzar este objetivo transversal>				
OT12	<Competencias específicas a desarrollar para alcanzar este objetivo transversal>				
Estructura del curso					
Plan de desarrollo del curso	Contenidos	Metodología	Tecnología y herramientas	Bibliografía	Evaluación
Parte 1 <nombre> [X %]	<Contenidos de esta parte>	<Metodología utilizada para esta parte>	<Tecnología y herramientas utilizadas en esta parte del curso>	<Bibliografía existente>	<Forma de evaluación>
Parte 2 <nombre> [X %]	<Contenidos de esta parte>	<Metodología utilizada para esta parte>	<Tecnología y herramientas utilizadas en esta parte del curso>	<Bibliografía existente>	<Forma de evaluación>
Parte n <nombre> [X %]	<Contenidos de esta parte>	<Metodología utilizada para esta parte>	<Tecnología y herramientas utilizadas en esta parte del curso>	<Bibliografía existente>	<Forma de evaluación>

**Actividad 6.** Evaluar el diseño de los cursos con base en el perfil profesional deseado.

Una vez diseñado el nuevo currículo es importante analizar el impacto de los cursos en las categorías de habilidades y objetivos pedagógicos para verificar que están encaminados al perfil profesional deseado.

Los cursos deben colaborar incrementalmente a la generación de las habilidades deseadas en los egresados. De esta manera, el estudiante va construyendo su perfil profesional semestre a semestre.

En la siguiente tabla se muestra una propuesta para evaluar la contribución de los cursos al perfil profesional deseado, de la siguiente manera:

- Para cada objetivo pedagógico (columnas O1 ... O19), en cada curso (filas Curso 1 ... Curso n), se debe asignar la ponderación del objetivo declarada en el diseño del curso (actividad 5). La suma de las ponderaciones de los objetivos dentro de un curso debe ser 100.
- Para cada objetivo pedagógico (columnas O1 ... O19), se debe calcular la ponderación promedio entre todos los cursos. La suma de las ponderaciones promedio de cada objetivo debe ser 100.
- Para cada categoría de habilidad (columnas H1 ... H7), se debe calcular la ponderación promedio teniendo en cuenta las ponderaciones promedio de los objetivos pedagógicos relacionados con esta. La suma de las ponderaciones promedio de cada categoría de habilidad debe ser 100.

**Tabla 7.** Evaluación de la contribución de los cursos al perfil profesional deseado

		H1			H2				H3	H4				H5		H6			H7	
		O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13	O14	O15	O16	O17	O18	O19
P1	Curso 1																			
	Curso 2																			
...	Curso 3																			
	...																			
	...																			
Pn	Curso n																			
Ponderación promedio por objetivo pedagógico																				
Ponderación promedio por categoría de habilidad																				

La relevancia de cada categoría de habilidad, determinada por su ponderación promedio, define el perfil profesional obtenido (figura 16).

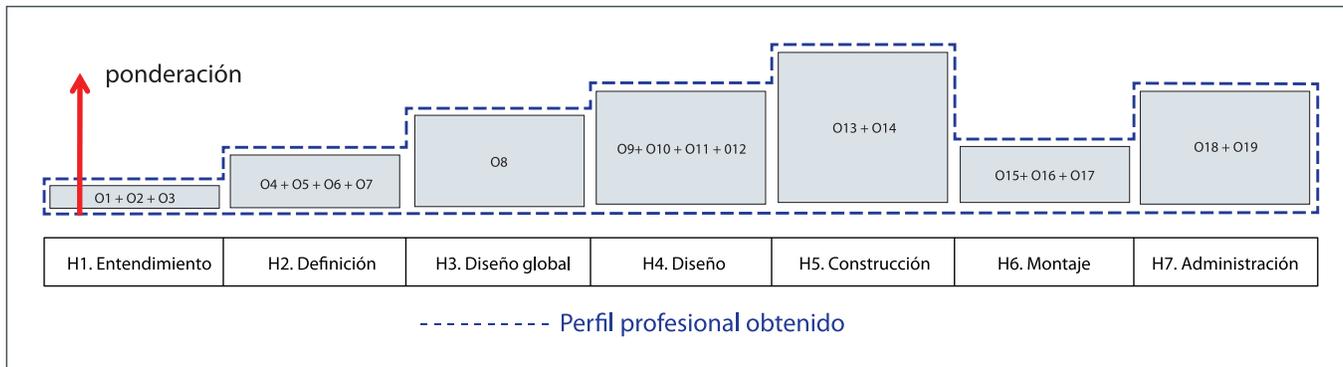


Figura 16. Perfil profesional obtenido del diseño de cursos

Teniendo en cuenta esta información consolidada, es posible efectuar dos tipos de análisis:

### 1. Contribución de los cursos con respecto al perfil profesional obtenido

La contribución de un curso puede ser evaluada tanto a nivel de categorías de habilidades como de objetivos pedagógicos profesionales. Considerando el nivel de categorías de habilidades, la evaluación de la contribución de un curso al perfil profesional puede ser calculada de la siguiente manera:

- Se suman las ponderaciones de los objetivos relacionados con cada categoría de habilidad para el curso específico.
- La contribución del curso para una categoría de habilidad se obtiene multiplicando el resultado de la suma por el número de créditos del curso y dividiéndolo por el número total de créditos definidos para la formación especializada.
- En caso que el currículo no esté definido por créditos, la contribución se obtiene dividiendo el resultado de la suma entre el número total de cursos definidos para la formación especializada.

A partir de los resultados de la evaluación es posible graficar la contribución de un curso al perfil profesional deseado. De esta forma, un curso puede ser visto como una curva en el espacio de habilidades, en la cual la altura en cada punto corresponde al porcentaje de contribución del curso en el desarrollo de dicha habilidad en el perfil profesional (figura 17). La suma de las curvas de los cursos corresponde al perfil profesional obtenido.

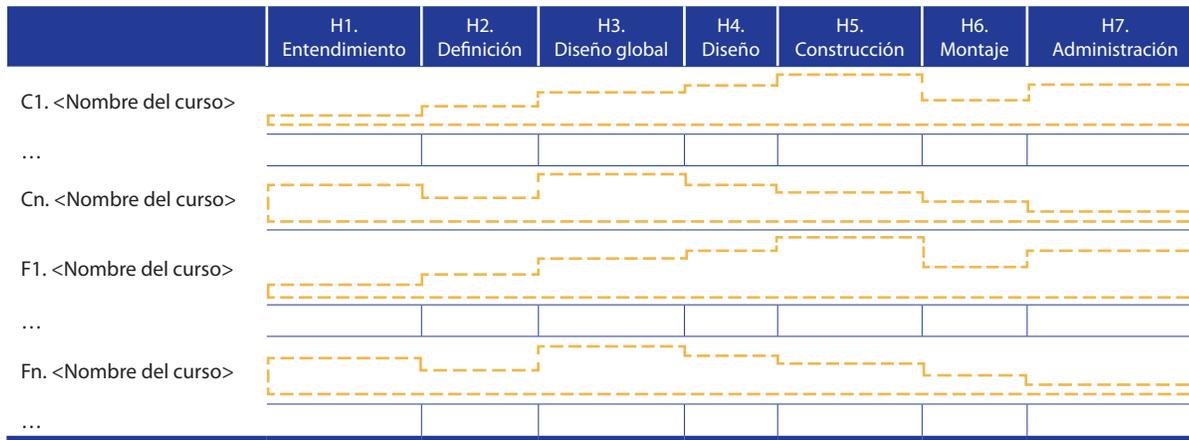


Figura 17. Contribución de los cursos al perfil profesional deseado

De forma similar, la contribución de un curso puede ser evaluada a nivel de objetivos pedagógicos profesionales. También es posible determinar la contribución de un conjunto de cursos agrupados por campo de aplicación (figura 18) o área de conocimiento.

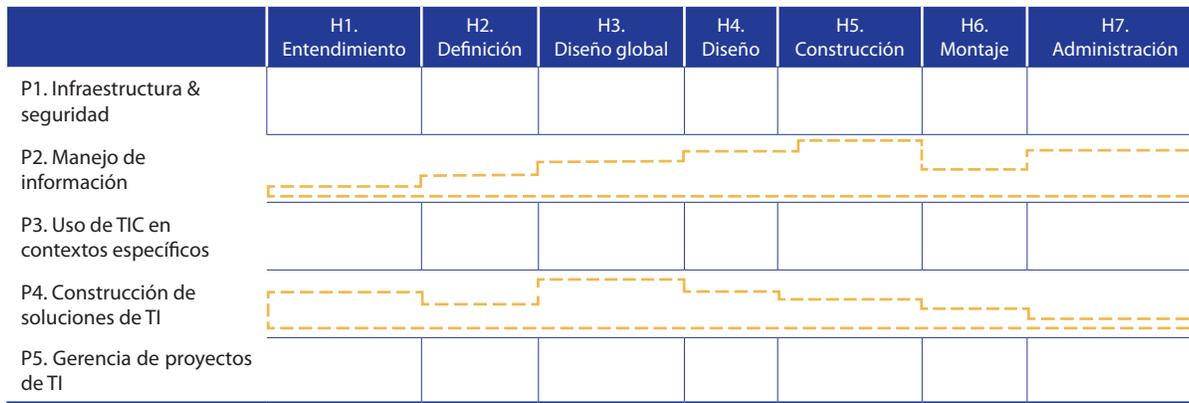


Figura 18. Contribución de los campos de aplicación al perfil profesional deseado

2. Diferencia entre el perfil profesional diseñado y el obtenido

Una vez que el nivel de profundidad promedio de las categorías de habilidades sea declarado en el diseño de los cursos, se puede comparar el resultado con el perfil profesional diseñado. La diferencia entre los dos perfiles profesionales (el deseado y el obtenido del proceso de diseño) puede ser visualizada mediante dos curvas en el espacio de habilidades (figura 19).

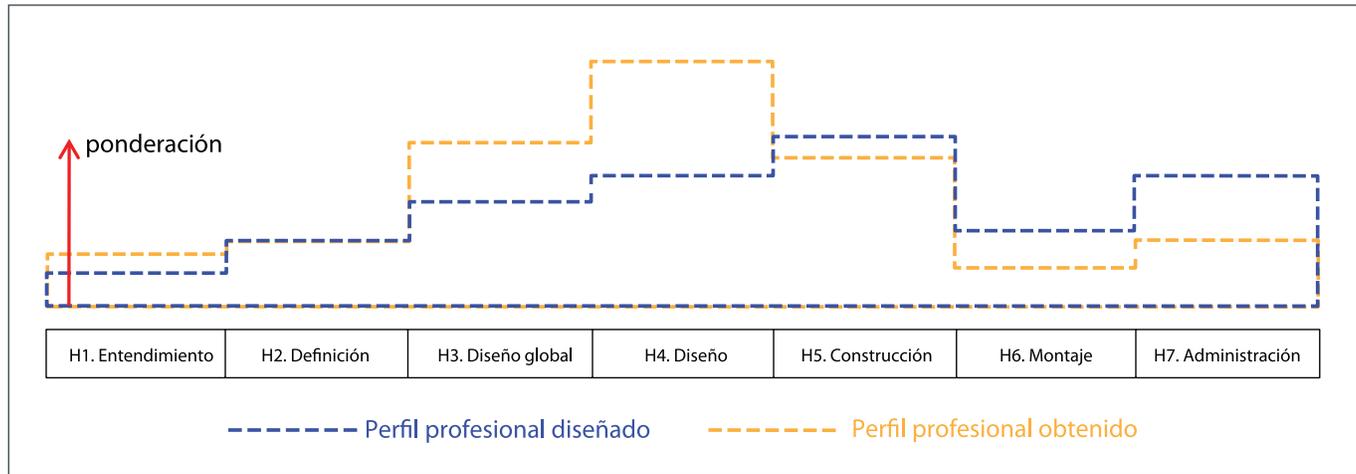


Figura 19. Perfil profesional obtenido

Los resultados de esta evaluación permiten iterar en el diseño de los cursos hasta que el perfil profesional obtenido del diseño de todos los cursos se aproxime al perfil profesional objetivo.

**Actividad 7.** Proponer un programa de estudios y representarlo gráficamente.

Una vez definido y evaluado el diseño de los cursos, es aconsejable proponer un programa de estudios y representarlo gráficamente para facilitar su comprensión. La representación gráfica consiste en un grafo de dependencias (figura 20), donde se indique:

- Cursos por semestre
- Prerrequisitos de cada curso
- Créditos de cada curso

Es deseable asignar a cada curso un color de acuerdo con la relación que tienen con los tipos de cursos, los campos de aplicación, y las áreas de conocimiento.

La notación gráfica que se use para representar la estructura global del currículum la define cada institución.

**Actividad 8.** Diseñar los procesos de seguimiento y evolución curricular.

Esta actividad consiste en definir o adoptar un sistema de calidad que permita hacer seguimiento a la ejecución (puesta en marcha) del currículum. Esta actividad es complementaria al proceso de diseño curricular y se debe ser tenida en cuenta para garantizar la evolución del diseño curricular.

El marco de referencia facilita que los nuevos diseños curriculares creados para programas de ingeniería de sistemas y computación puedan ser evaluados utilizando modelos de sistemas de acreditación para programas de ingeniería (p.e., ABET), u otros que describen las habilidades esperadas en dichos programas (p.e., CDIO).

Al finalizar cada semestre se deben usar los resultados de la evaluación del sistema de calidad adoptado para verificar que los estudiantes hayan desarrollado las habilidades deseadas en los respectivos cursos. Con la información obtenida, los resultados se analizan en términos de los estudiantes, los cursos y el programa. Ésta puede ser la base para la evolución del diseño curricular.

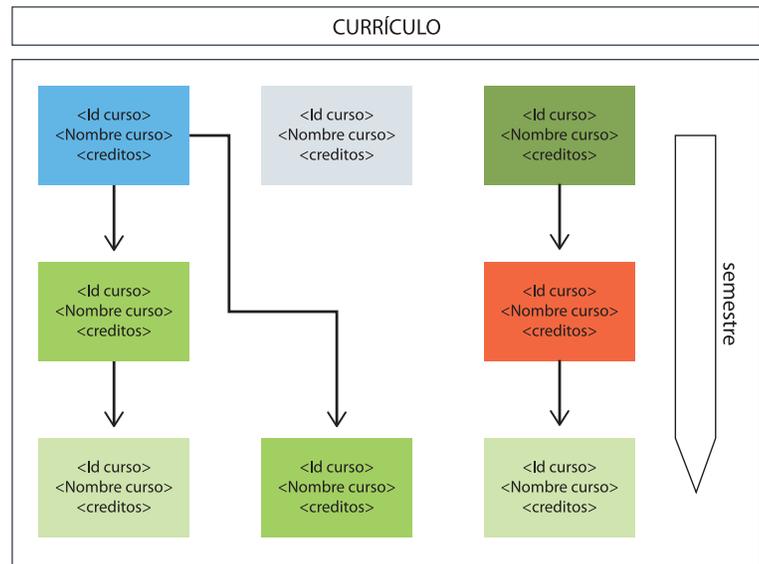


Figura 20. Estructura global del currículum



## 4. COMPLEMENTOS AL DISEÑO CURRICULAR

Los **currículos complementarios** están compuestos por cursos que complementan la formación profesional del estudiante (p.e., conocimientos de actualidad en contextos específicos). Al diseñar un nuevo currículo para un programa de ingeniería de sistemas y computación, es común que surja la necesidad de involucrar estos cursos adicionales. Por tal motivo, presentamos la relación de los currículos complementarios con el diseño curricular.

Los cursos complementarios no forman parte del diseño curricular, razón por la cual no necesariamente deben estar alineados con las habilidades del marco de referencia. Los cursos complementarios podrían tener como prerrequisitos los cursos del currículo y se ejecutarían en forma paralela a él (figura 21).

Al definir currículos complementarios se deben considerar los siguientes aspectos:

- Un currículo complementario no cambia el perfil profesional de un egresado.
- Un currículo complementario amplía y da valor al perfil profesional del egresado.
- Los cursos ofrecidos por cada currículo complementario deben definir las habilidades profesionales que se desarrollarán en los estudiantes.
- Los cursos complementarios deben aportar conocimientos de actualidad, en contextos específicos.
- Los cursos ofrecidos requieren un nivel de formación fundamental en los estudiantes para abordarlos de la mejor manera.

Los **currículos complementarios** están compuestos por cursos que complementan la formación profesional del estudiante



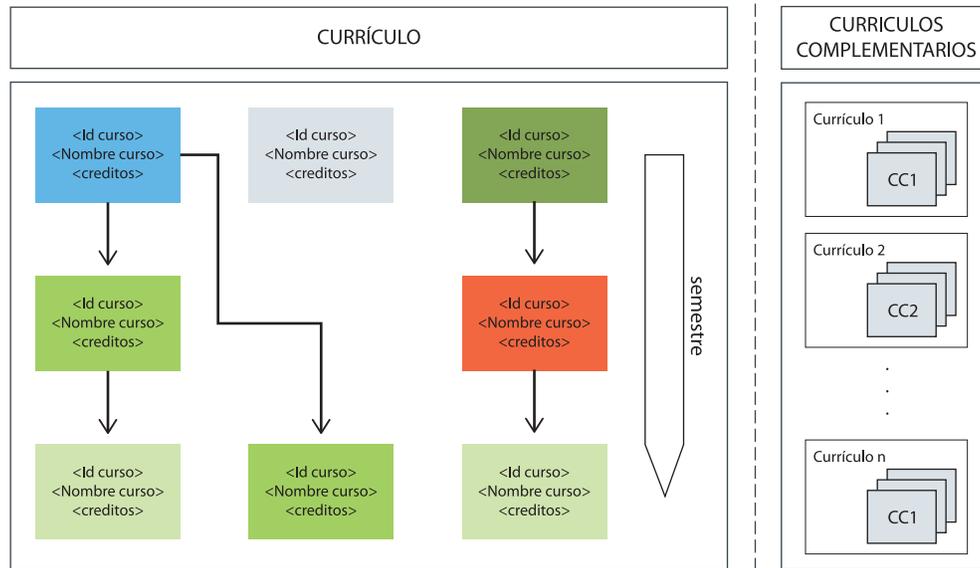


Figura 21. Currículos complementarios

## 5. RELACIÓN CON OTRAS INICIATIVAS

Es muy importante que este modelo propuesto pueda compararse con otras iniciativas y modelos de acreditación internacionales altamente difundidos, para facilitar la comparación y homologación entre instituciones y sistemas educativos. Se busca tener un lenguaje común que sea de gran aceptación en las instituciones educativas en Colombia y que al mismo tiempo obtenga reconocimiento internacional.

### 5.1. Accreditation board of engineering and technology (ABET)

ABET propone estándares de acreditación para programas de ingeniería basado en metas medibles. ABET define que para acreditar un programa es necesario que sus egresados hayan desarrollado las siguientes metas (habilidades, atributos y conocimientos):

- (a) Habilidad para aplicar conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería.
- (b) Habilidad para diseñar y desarrollar experimentos, así como para analizar e interpretar datos.
- (c) Habilidad para diseñar un sistema, un componente o un proceso con el fin de alcanzar requerimientos deseados, con restricciones realistas (económicas, ambientales, sociales, políticas, éticas, de salud y de seguridad...).
- (d) Habilidad para trabajar en grupos multidisciplinarios.
- (e) Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- (f) Comprensión de la responsabilidad profesional y ética.
- (g) Habilidad para comunicarse efectivamente.
- (h) Educación amplia, necesaria para entender el impacto de soluciones de ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social.
- (i) Reconocimiento de la necesidad, y de una habilidad, de comprometerse con el aprendizaje a lo largo de la vida.
- (j) Conocimiento de problemáticas de actualidad.
- (k) Habilidad para usar técnicas, destrezas y herramientas modernas de ingeniería, necesarias para la práctica de la ingeniería.

El modelo de diseño curricular se relaciona directamente con marcos internacionales



Las metas ABET pueden ser relacionadas con los objetivos pedagógicos profesionales y transversales del marco de referencia propuesto. Por consiguiente, las metas de aprendizaje específicas a los programas de ingeniería de sistemas y computación y definidas para los cursos podrán ser medidas durante la ejecución del diseño curricular.

## 5.2. Iniciativa CDIO

La iniciativa CDIO (Conceive, Design, Implement, Operate) ha definido un conjunto de objetivos de aprendizaje para el diseño y evaluación de programas de ingeniería que están descritos en un documento denominado CDIO Syllabus - A Statement of Goals for Undergraduate Engineering Education [5]. El CDIO Syllabus clasifica los objetivos de aprendizaje en cuatro categorías: conocimiento técnico, atributos personales, habilidades interpersonales y habilidades específicas de la profesión en ingeniería.

La iniciativa CDIO ha sido adoptada e implementada por múltiples universidades alrededor del mundo para efectuar una reforma curricular a programas de ingeniería, la cual se basa en fundamentar la educación en ingeniería en un proceso de Concebir-Diseñar-Construir-Implementar. La iniciativa CDIO tiene dos elementos fundamentales: sus Syllabus, y un conjunto de doce estándares diseñados para ayudar a alcanzar estos objetivos.

El modelo de diseño curricular propuesto se puede ver como una especialización de la iniciativa CDIO para el diseño curricular específico de la profesión de ingeniería de sistemas y computación.

La tabla 8 presenta una comparación entre los elementos de la iniciativa CDIO y los elementos del modelo de diseño curricular.

Tabla 8. Relación entre los elementos CDIO y el marco de referencia

Iniciativa CDIO		Modelos de diseño curricular
Estándar CDIO	Descripción	Relación
1. CDIO como contexto	El ciclo de vida de desarrollo y despliegue de un producto es el contexto adecuado para la educación en ingeniería: concebir, diseñar, implementar, operar.	Define categorías de habilidades por desarrollar en proyectos de sistemas y computación: entendimiento, definición, diseño global, diseño, construcción, montaje, administración.
2. Resultados CDIO Syllabus	Definición y validación de objetivos de aprendizaje. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Categoría 1 Syllabus</li> <li>- Categoría 2 y 3 Syllabus</li> <li>- Categoría 4 Syllabus</li> </ul>	Definición de objetivos pedagógicos y metas de aprendizaje. Validación de objetivos con un sistema de calidad. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nivel de formación ingenieril</li> <li>- Objetivos transversales + formación integral</li> <li>- Objetivos pedagógicos profesionales</li> </ul>

3. Currículo integrado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan de integración de habilidades con contenido técnico.</li> <li>- Inclusión de objetivos de aprendizaje en los cursos.</li> <li>- Seguimiento a los objetivos pedagógicos en el currículo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mapeo de objetivos pedagógicos con cursos. Las habilidades deseadas se plasman en los cursos.</li> <li>- Seguimiento de los objetivos pedagógicos en los cursos mediante el sistema de calidad.</li> <li>- Mapeo CDIO syllabus con objetivos pedagógicos profesionales y transversales (<i>ver tabla 8</i>).</li> </ul>
4. Introducción a la ingeniería	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Experiencias de aprendizaje que introducen habilidades esenciales.</li> <li>- Adquisición de los objetivos de aprendizaje por los estudiantes.</li> <li>- Interés de los estudiantes en su campo de estudio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Curso introductorio definido en la estructura curricular.</li> <li>- Evaluaciones mediante un sistema de calidad (p.e. alineado con ABET).</li> <li>- Selección de cursos electivos.</li> </ul>
5. Diseño y construcción de experiencias	Se requieren experiencias de aprendizaje incorporadas en el currículo.	Cursos de innovación alrededor de proyectos y electivas profesionales.
6. Espacios de trabajo	Espacios de trabajo adecuados con herramientas de trabajo modernas.	
7. Experiencias de aprendizaje integradas	Integración de objetivos de aprendizaje y habilidades disciplinarias en experiencias de aprendizaje.	<p>Definición de las habilidades deseadas.</p> <p>Diseño de los cursos de acuerdo con las habilidades deseadas.</p> <p>Evaluación del diseño de los cursos.</p> <p>Metodología de los cursos y aspectos pedagógicos de los cursos (evaluación).</p>
8. Aprendizaje activo	Implementación de métodos para el aprendizaje activo.	Adquisición autónoma de conocimiento alrededor de proyectos.
9. Mejoras de habilidades CDIO en la facultad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alta experiencia en la práctica de la ingeniería.</li> <li>- Aceptación de la universidad en el desarrollo de habilidades específicas.</li> </ul>	Posibilidad de definir currículos complementarios.
10. Mejoras de habilidades de enseñanza en la facultad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aceptación en la universidad de la enseñanza efectiva durante la evaluación de la facultad.</li> <li>- Acuerdos para el desarrollo de habilidades específicas en la facultad.</li> </ul>	Diseño curricular aprobado por un comité académico de pregrado.
11. Evaluación de habilidades CDIO	Métodos de evaluación alineados con los objetivos de aprendizaje.	Adopción de un sistema de calidad para evaluar los cursos.
12. Evaluación del programa CDIO	<p>Diversos métodos de evaluación para obtener información de estudiantes, profesores...</p> <p>Procesos de mejoramiento continuo.</p>	Adopción de un sistema de acreditación.

A continuación se presenta la relación establecida entre los objetivos de aprendizaje propuestos en el CDIO Syllabus y los objetivos pedagógicos del marco de referencia propuesto.

**Tabla 9.** Relación de los objetivos pedagógicos con el CDIO Syllabus

CDIO Syllabus		Modelo de referencia curricular: objetivos pedagógicos profesionales y transversales.																														
		H1		H2			H3		H4			H5		H6		H7		HT														
		O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13	O14	O15	O16	O17	O18	O19	OT1	OT2	OT3	OT4	OT5	OT6	OT7	OT8	OT9	OT10	OT11	OT12
<b>1</b>	<b>TECHNICAL KNOWLEDGE AND REASONING</b>																															
1.1	Knowledge of Underlying Sciences																															
1.2	Core Engineering Fundamental Knowledge																															
1.3	Advanced Engineering Fundamental Knowledge																															
<b>2</b>	<b>PERSONAL AND PROFESSIONAL SKILLS AND ATTRIBUTES</b>																															
2.1	Engineering Reasoning and Problem Solving																															
2.2	Experimentation and Knowledge Discovery																															
2.3	System Thinking																															
2.4	Personal Skills and Attitudes																															
2.5	Professional Skills and Attitudes																															
<b>3</b>	<b>INTERPERSONAL SKILLS: TEAMWORK AND COMMUNICATION</b>																															
3.1	Teamwork																															
3.2	Communications																															
3.3	Communication in Foreign Languages																															
<b>4</b>	<b>CONCEIVING, DESIGNING, IMPLEMENTING, AND OPERATING SYSTEMS IN THE ENTERPRISE AND SOCIETAL CONTEXT</b>																															
4.1	External and Societal Context																															
4.2	Enterprise and Business Context																															
4.3	Conceiving and Engineering Systems																															
4.4	Implementing																															
4.5	Designing																															
4.6	Operating																															

En la tabla 9, los objetivos de aprendizaje CDIO pueden ser validados con los objetivos pedagógicos del marco de referencia. En este caso se muestra la relación en términos del primer y segundo nivel del CDIO Syllabus. Sin embargo, es posible establecer una correlación más detallada dado que el mapa de habilidades definido en el marco de referencia contiene elementos más detallados (metas de aprendizaje) que refinan los objetivos pedagógicos. Los objetivos pedagógicos del marco de referencia cubren los objetivos del CDIO Syllabus, especialmente aquellos que tienen que ver con el ámbito profesional. A pesar de estar alineados los dos marcos de referencia, el que se propone aquí es más completo y claro en términos de los objetivos profesionales específicos que un programa de ingeniería de sistemas y computación (ISC) puede desarrollar. Esto facilita definir y evaluar claramente los objetivos que se espera alcanzar en los egresados de un programa de ISC.

En la tabla 9 se observa una relación directa entre las fases de CDIO que permiten la creación y operación de productos y sistemas (parte 4 en el CDIO Syllabus), con respecto a las categorías de habilidades (H1-H7 en los objetivos pedagógicos). Por ejemplo, la fase de concepción (Conceiving) de un producto en CDIO está directamente relacionada con la etapa de *definición* de un proyecto de sistemas y computación.

Los objetivos de aprendizaje planteados por la iniciativa CDIO permiten tener un lenguaje común de discusión con actores externos al diseño curricular (p.e., empresarios). Adicional a la definición de objetivos pedagógicos, el modelo curricular propuesto propone la forma en la que estos objetivos son materializados en el diseño de un programa curricular. Esto da la posibilidad de tener un lenguaje común de discusión con actores internos tales como profesores, alumnos y directivos.

### 5.3. Disciplinas de computación de la ACM

La Association for Computing Machinery (ACM) ha desarrollado guías y recomendaciones curriculares para programas de sistemas y computación [8]. Este modelo curricular está basado en conocimientos por transmitir a los egresados de programas de diferentes disciplinas de la computación.

A diferencia del modelo curricular basado en conocimientos de la ACM, el modelo de diseño curricular propuesto está basado en habilidades. Esto facilita la evolución del diseño de los programas de sistemas y computación, que están sometidos a un constante cambio dado su entorno. Las habilidades que se desarrollan en los egresados permiten lograr la adaptación rápida a nuevas condiciones.

La ACM contempla cinco disciplinas de computación denominadas Software Engineering, Computer Science, Information Systems, Information Technology, y Computer Engineering. El marco de referencia propuesto puede delimitar las primeras cuatro disciplinas de computación. Sin embargo, la denominada Computer Engineering no está relacionada directamente con el mapa de habilidades ni la estructura curricular del marco de referencia.

Estas cinco disciplinas principales identificadas por la ACM definen un enfoque en cuanto a tres aspectos fundamentales: hardware, software y necesidades organizacionales. Dentro de ellos, la ACM enmarca cinco áreas de la computación: Computer Hardware and Architecture, Systems Infrastructure, Software Methods and Technologies, Application Technologies y Organizational Issues & Information Systems. Los campos de aplicación (p.e., Infraestructura y seguridad) del marco de referencia están relacionados con las áreas de la computación propuestas por la ACM.

El modelo curricular propuesto es aplicable a programas de ingeniería de sistemas y computación cuyo interés es el diseño y desarrollo de software desde infraestructuras de sistemas (p.e. sistemas operativos) hasta tecnologías de aplicación (p.e., web browser). También está orientado a programas cuyo interés se basa en la relación entre los sistemas de información y las organizaciones a las que benefician, y en aquellos que buscan satisfacer las necesidades derivadas de la tecnología de la computación. Los campos de aplicación y las áreas de conocimiento en la estructura curricular del marco de referencia no cubren intereses orientados hacia diseño e implementación de soluciones usando *hardware*.

El mapa de habilidades y la metodología de implementación del modelo curricular permiten definir el énfasis de desarrollo de un diseño curricular en cuanto a aspectos teóricos (postulados, principios, innovación) y aplicados (montaje, despliegue, configuración), que están predefinidos en cada una de la disciplinas de sistemas y computación planteadas por la ACM.

El informe general de la ACM [7] presenta un diagrama conceptual del espacio del problema (áreas vs. énfasis de desarrollo) de cada disciplina de computación. A partir de un nuevo diseño curricular obtenido al instanciar el marco de referencia se podría obtener un diagrama conceptual que represente el espacio del problema ACM. Esto se logra mediante la relación entre los cursos (agrupados por área de aplicación) y los objetivos pedagógicos que satisfacen (agrupados por categorías de habilidades).

Cada diseño curricular efectuado al instanciar el marco de referencia podría ser evaluado con respecto a los temas de computación (p.e., programming fundamentals) propuestos por la ACM. De esta forma se puede establecer la relación entre los cursos de un nuevo diseño curricular y los temas ACM. Con las habilidades definidas en el perfil profesional también se puede establecer la disciplina ACM a la cual corresponde el nuevo diseño curricular.

## 6. UN EJEMPLO DE UTILIZACIÓN DEL MARCO EN LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

A continuación presentamos el diseño curricular, elaborado utilizando el modelo de diseño curricular propuesto, del nuevo programa en Ingeniería de Sistemas y Computación (DISC) de la Universidad de los Andes. El diseño del nuevo programa es ilustrado en términos de las actividades de la metodología de diseño propuesta.

### 6.1. Actividad 1: Delimitación de los espacios de formación

Tanto la Universidad de los Andes, como la Facultad de Ingeniería y el Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación definen un conjunto de competencias que determinan el perfil académico de los profesionales uniandinos en ingeniería de sistemas y computación.

En cuanto a las competencias del espacio de formación integral, el Departamento acoge los lineamientos establecidos en el Proyecto Educativo Institucional (PEI). En cuanto a las competencias del espacio de formación ingenieril, el Departamento acoge los lineamientos de la Facultad. Finalmente, las competencias del espacio de formación especializada son definidas directamente por el Departamento (tabla 10).

Tabla 10. Competencias a ser generadas en el espacio de formación académica

Formación integral	Formación ingenieril	Formación especializada
<p>Competencias de formación integral definidos en el Proyecto Educativo Institucional (PEI):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsabilidad</li> <li>• Autonomía</li> <li>• Amplitud de pensamiento</li> </ul>	<p>Competencias de formación ingenieril:</p> <p><i>"Un ingeniero capaz de identificar y entender los problemas de su tiempo, de interpretar las necesidades sociales, y de responder a ellas con soluciones fundadas en la comprensión y dominio de las ciencias, las matemáticas, la tecnología y los métodos de la ingeniería.</i></p> <p><i>Un ingeniero que se constituya en líder y guía de la sociedad en donde se desenvuelva en lo que respecta a la identificación, apropiación, uso y generación de la tecnología que mejor contribuya a su avance sostenible. Un ingeniero emprendedor que sea un líder en la creación e impulso de empresas de base tecnológica y que su liderazgo contribuya al desarrollo empresarial del país".</i></p>	<p>Competencias en el desarrollo de proyectos propios a la Ingeniería de Sistemas y Computación.</p> <p>Las competencias que corresponden al perfil profesional son descritas en detalle en las siguientes secciones.</p>

<sup>1</sup> Tomado de la sección "Perfil del Ingeniero" del Proyecto de Renovación de la Facultad de Ingeniería <http://renovacioningenieria.uniandes.edu.co/cms/perfil/>

El modelo de diseño curricular fue utilizado para rediseñar un programa de Ingeniería de Sistemas y Computación



Las competencias a desarrollar durante la formación académica de un estudiante se concretan en metas de aprendizaje que se deben lograr a través de los cursos y espacios de interacción con los estudiantes.

El diseño curricular para la formación especializada le compete directamente al Departamento. El diseño curricular de los otros dos niveles de formación es definido por unidades administrativas en las cuales el Departamento participa si bien no es autónomo en la toma de decisiones.

El espacio de formación **actual** para el currículo de Ingeniería de Sistemas y Computación es de **143** créditos (tabla 11), distribuidos en ocho semestres.

Tabla 11. Espacio de formación académica para el caso Uniandes

Tipo de formación		Número de créditos	%	Ejemplo de tipos de cursos
Formación integral		36	25	Ciclo básico uniandino, formación constitucional, formación en idiomas, créditos de libre elección.
Formación ingenieril		35	24	Ciencias básicas, materias reguladas en ingeniería.
Formación especializada	Cursos electivos profesionales	9	6.5	Cursos en matemáticas discretas, fundamentos de programación...
	Cursos de formación profesional básica	30	21	Cursos obligatorios profesionales.
	Cursos de fundamentación	24	17	Electivas profesionales.
	Cursos de innovación con TICs	9	6.5	Introducción a la ingeniería, cursos de la línea de proyectos, ...
<b>Total</b>		<b>143</b>	<b>100</b>	

Las siguientes secciones describen principalmente las actividades de diseño curricular para el espacio de formación especializada.

## 6.2. Actividad 2: Definición del perfil profesional deseado

Tomando como referencia un análisis de necesidades, las siguientes afirmaciones caracterizan la visión del recién egresado del programa de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad de los Andes:

- Aprovechan las oportunidades tecnológicas para mejorar la calidad de vida y transformar las organizaciones y la sociedad.
- Están comprometidos con la innovación y la calidad de su ejercicio profesional.
- Lideran la presencia exitosa de la industria informática nacional en el ámbito internacional.

Las **oportunidades tecnológicas** están relacionadas con el análisis de lo que se puede hacer para transformar las organizaciones con la tecnología y no sólo aprender cómo funciona. Las empresas y la sociedad esperan que los ingenieros le aporten al negocio con la tecnología y la pongan al servicio de nuevas oportunidades.

La **innovación** es un elemento fundamental en busca de la diferenciación con otros programas de ISC. Dado el entorno altamente cambiante, la demanda de requerimientos no tradicionales y la necesidad de mejoramiento continuo de las organizaciones, se debe innovar en los procesos empresariales y generar valor agregado en las soluciones apoyadas en tecnología.

La **calidad** en el ejercicio profesional tiene un impacto positivo en el país. Se debe generar y mejorar la competitividad en los profesionales y las empresas para participar en mercados internacionales.

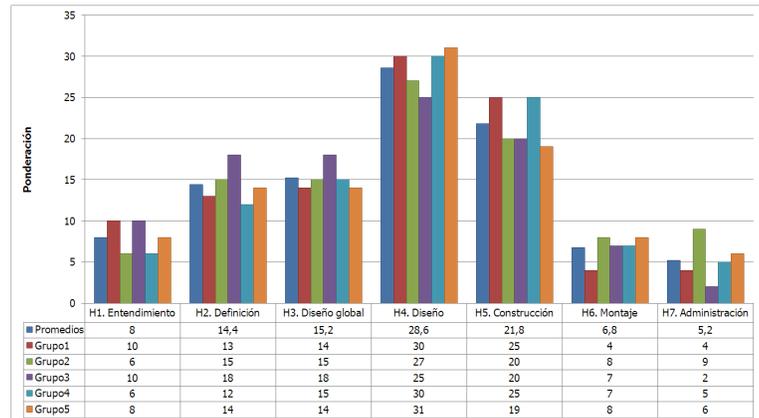


Figura 22. Ponderación de las categorías de habilidades para el caso Uniandes

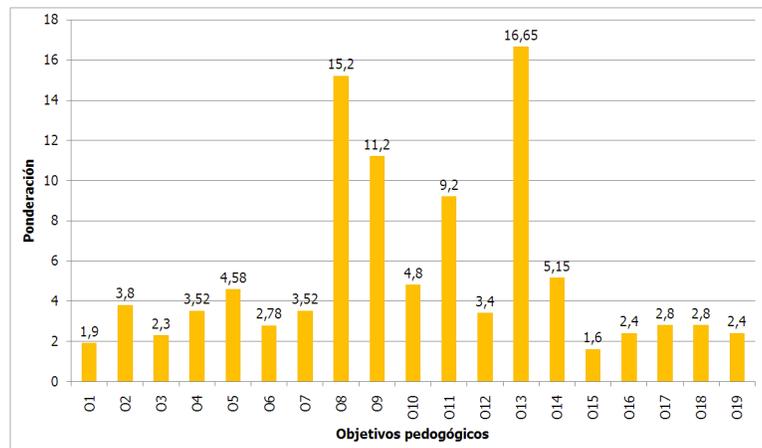


Figura 23. Ponderación de los objetivos pedagógicos profesionales para el caso Uniandes

Por último, la **internacionalización** busca que los expertos se queden a trabajar en el país exportando servicios que contribuyan al desarrollo de la industria informática nacional.

Considerando esta visión, se efectuó la ponderación de las categorías de habilidades (figura 22) y objetivos pedagógicos (figura 23) definidas en del marco de referencia. Es importante anotar que esta ponderación reúne los puntos de vista de diferentes grupos de profesores que trabajaron en el proceso de diseño curricular.

Se aprecia una tendencia hacia habilidades como la definición de un proyecto en el beneficiario, la especificación de los aspectos globales de una solución, y principalmente el diseño y construcción de una solución. Otras habilidades como el entendimiento de un beneficiario/ proveedor y de su entorno, la puesta en marcha de la solución, y la administración de ésta no son factores determinantes en la formación de los futuros egresados.

A continuación se presenta el promedio de la ponderación efectuada para las categorías de habilidades y objetivo pedagógicos profesionales:

**Tabla 12.** Ponderación promedio de las categorías de habilidades y objetivo pedagógicos profesionales

Categoría de habilidad	H1			H2				H3	H4				H5		H6			H7	
Nivel de ponderación	8			14.4				15.2	28.6				21.6		6.8			5.2	
Objetivo pedagógico	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13	O14	O15	O16	O17	O18	O19
Nivel de ponderación	1.9	3.8	2.3	3.52	4.58	2.78	3.52	15.2	11.2	4.8	9.2	3.4	16.65	5.15	1.6	2.4	2.8	2.8	2.4

La figura 24 muestra el perfil profesional deseado para el programa de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad de los Andes. Por cada categoría de habilidades se muestra la relevancia de los objetivos pedagógicos, los cuales determinan el impacto sobre el diseño curricular.

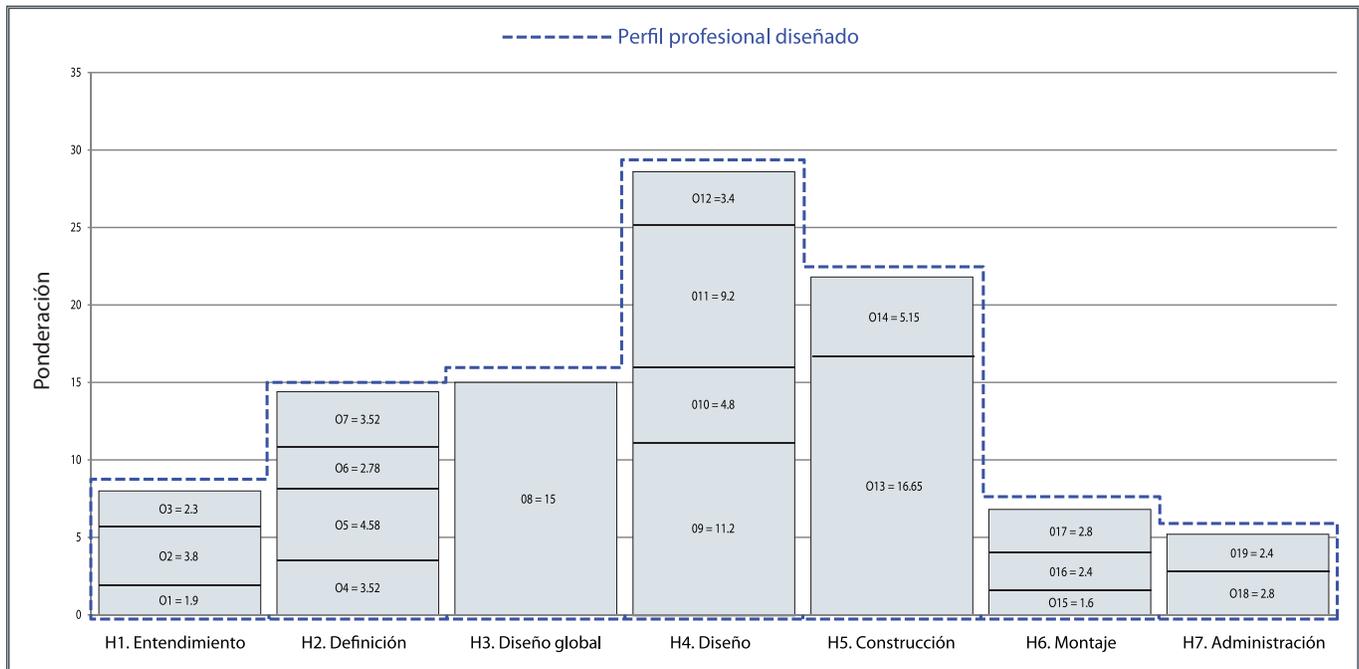


Figura 24. Perfil profesional deseado para el caso Uniandes

El perfil profesional deseado da los lineamientos para la definición de los cursos requeridos, con el fin de satisfacer las categorías de habilidades y objetivos pedagógicos profesionales deseados.

### 6.3. Actividad 3: Definición del impacto de los campos de aplicación y de las áreas de conocimiento sobre el perfil profesional deseado

La tabla 13 presenta el impacto que cada uno de los cinco campos de aplicación y las cuatro áreas de conocimiento planteados por el marco de referencia tienen sobre las categorías de habilidades que enmarcan el perfil profesional diseñado.

**Tabla 13.** Definición de impacto de los campos de aplicación y áreas de conocimiento para el caso Uniandes

	H1. Entendimiento	H2. Definición	H3. Diseño global	H4. Diseño	H5. Construcción	H6. Montaje	H7. Administración
P1. Infraestructura & seguridad	1	1	2	4	2	0	1
P2. Manejo de Información	0	0	2	6	3	0	2
P3. Uso de TIC en contextos específicos	3	3	3	2	1	1	0
P4. Construcción de soluciones de TI	0	1	2	3	3	4	0
P5. Gerencia de proyectos de TI	0	2	0	2	2	1	2
A1. Formal	2	3	1	7	2	0	0
A2. Programación	0	1	3	3	7	1	0
A3. Infraestructura de tecnología	0	1	0	2	2	0	0
A4. Organizacional	1	1	1	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>29</b>	<b>23</b>	<b>7</b>	<b>5</b>

Se puede observar, por ejemplo, que es muy importante desarrollar habilidades de diseño detallado de una solución en los cursos del campo de aplicación manejo de información y en los cursos cuya área de conocimiento es formal. Esta definición de impacto da los lineamientos para diseñar los cursos de tal forma que se haga énfasis en las competencias que se deben generar dependiendo del campo de aplicación o área de conocimiento del curso.

## 6.4. Actividad 4: Definición de cursos de formación especializada

La tabla 14 presenta los cursos de fundamentación definidos para cada una de las áreas de conocimiento del marco de referencia.

Tabla 14. Definición de cursos de fundamentación para el caso Uniandes

Área de Conocimiento	Nombre	Propósito
A1. Formal	F1. Matemática estructural y lógica	Dar al estudiante bases necesarias para razonar matemáticamente y lógicamente. El estudiante debe entender estructuras discretas, usarlas para modelar y razonar sobre las mismas. Adicionalmente, el estudiante debe conocer y familiarizarse con algunas de las aplicaciones de la matemática discreta a la computación.
	F2. Diseño y análisis de algoritmos	Presentar conceptos básicos del diseño y análisis de algoritmos. Al finalizar el curso, el estudiante debe ser capaz de aplicar técnicas de desarrollo de algoritmos como dividir y conquistar, programación dinámica, utilizar diversos algoritmos de búsqueda y analizar su complejidad en tiempo y en espacio.
	F3. Lenguajes y máquinas	Enseñar los conceptos básicos de la teoría de lenguajes a través de los formalismos utilizados para describir los lenguajes y las máquinas usadas para reconocerlos. Se pretende ver el uso de estas máquinas en dominios distintos a los lenguajes. Finalmente se verán otras máquinas abstractas y su utilidad en modelaje.
A2. Programación	F4. Algorítmica y programación 1	Capacitar al estudiante en la utilización de las herramientas y técnicas adecuadas para resolver un problema de una realidad simple en términos de un programa de computador.
	F5. Algorítmica y programación 2	Introducir nuevos elementos con los cuales se pueden modelar las entidades del mundo del problema, y algunas técnicas para implementar los algoritmos que resuelven problemas un poco más complejos en términos de un programa de computador.
	F6. Estructuras de datos	Generar en el estudiante la habilidad de diseñar e implementar las estructuras de datos en memoria principal necesarias para resolver un problema, teniendo en cuenta un conjunto de restricciones y criterios de calidad.
A3. Infraestructura de tecnología	F7. Fundamentos de infraestructura tecnológica	Estudiar la arquitectura básica de un computador: sus componentes, el funcionamiento e interacción de los mismos, así como su caracterización. Se proporciona al estudiante el lenguaje, conceptos y herramientas básicas para analizar infraestructura informática en términos de confiabilidad y desempeño.
A4. Organizacional	F8. TI en las Organizaciones	Presentar diferentes formas de una organización (empresa, grupo social, organización formal o informal, etc. sea ésta proveedora de bienes o servicios relacionados con tecnologías de información -TI- o beneficiaria de estos bienes o servicios) haciendo énfasis en TI como elemento fundamental para articular la organización con su entorno y facilitar el logro de sus objetivos. Para esto se analizan diversos conceptos -estructura organizacional, cultura organizacional, cambio, cadena de valor, procesos de negocios, tecnología de información, y la información misma- y su importancia desde TI para potenciar el logro de los objetivos de la organización.

La tabla 15 presenta los cursos de formación profesional básica definidos para cada uno de los campos de aplicación propuestos por el marco de referencia.

**Tabla 15.** Definición de cursos de formación profesional básica para el caso Uniandes

Campo de aplicación	Nombre	Propósito
P1. Infraestructura & seguridad	C1. Infraestructura computacional	Estudiar las características más importantes de los requerimientos de la infraestructura de base de una empresa o proyecto y los criterios que hay que tener en cuenta para elegirla y a partir de estas se estudian y construyen diferentes alternativas de solución.
	C2. Infraestructura de comunicaciones	Presentar bajo un enfoque top-down, las soluciones existentes para lograr implementar aplicaciones distribuidas, particularmente en el contexto de Internet. A través de un recorrido por las capas de la pila TCP/IP se estudian las problemáticas asociadas a la utilización de estas soluciones, principalmente aquellas que tienen que ver con el rendimiento y la seguridad de las aplicaciones. Se busca proporcionar al estudiante casos de estudio de comunicaciones en el mundo de los datos, y también en el contexto de los servicios convergentes.
P2. Manejo de información	C3. Sistemas transaccionales	<p>Estudiar la problemática de persistencia y acceso compartido de grandes volúmenes de datos en sistemas transaccionales. El curso comienza mostrando que el sistema transaccional a desarrollar es uno de los proyectos identificados en una fase previa de análisis de requerimientos, para garantizar que la solución esté alineada con los objetivos estratégicos de la organización y que cumpla con unos estándares y principios establecidos.</p> <p>Se hace especial énfasis en la dimensión información de una arquitectura empresarial, apoyándose en la tecnología de bases de datos en la dimensión de tecnología.</p>
	C4. Inteligencia de negocios	Estudiar diferentes escenarios en los procesos de toma de decisiones en las organizaciones, los tipos de análisis e información requeridos en cada uno de ellos, las estrategias de integración y estructuras de datos que se utilizan para soportar dichos análisis, así como algunas metodologías, tecnologías y herramientas de apoyo.

P3. Uso de TIC en contextos específicos	C5. Modelado, simulación y optimización	Proveer al estudiante de las herramientas y habilidades necesarias para construir modelos a partir de situaciones complejas, con el propósito de estructurar sobre dicho modelo una solución de TI. Una vez expresado el modelo usando los formalismos adecuados, el estudiante trabajará en la manera de utilizarlo, ya sea para hacer una simulación con miras a validarlo o a obtener información, para optimizar algún aspecto del modelo o simplemente para usarlo como fuente para tomar decisiones de implementación.
	C6. Arquitectura empresarial y de solución	Estudiar la manera de entender una estructura organizacional compleja, para poder así diseñar una arquitectura de TI de alto nivel, que permita soportar los objetivos de negocio de la mejor manera posible. Dicho diseño debe venir acompañado de un mapa de ruta de proyectos, que le permita a la organización avanzar desde la situación actual hasta la arquitectura objetivo. Cada proyecto debe agrupar un conjunto de requerimientos.
	C7. Sistemas empresariales	Estudiar cómo los sistemas empresariales responden a las necesidades de la estrategia y procesos de negocio de una organización, propendiendo por la generación de valor a partir de TI. Este curso parte del contexto empresarial en el que el gobierno corporativo busca definir y soportar su estrategia y procesos de negocio haciendo uso de tecnologías de información.
P4. Construcción de soluciones de TI	C8. Arquitectura y diseño de software	Desarrollar habilidades en las áreas de diseño y arquitectura de software, apoyándose en herramientas metodológicas como los estilos de arquitectura, los patrones (p.e. diseño, arquitectura) y los modelos empresariales. Igualmente, se pretende desarrollar la capacidad de usar y entender el impacto de la tecnología en la arquitectura del software.
	C9. Construcción de aplicaciones móviles	<p>Generar en el estudiante las habilidades necesarias para diseñar y construir soluciones informáticas en situaciones no convencionales, utilizando para esto un proceso de desarrollo de software específico. Se entiende por no convencional, cuando existen restricciones impuestas en una o más de las siguientes dimensiones de los ambientes de ejecución: hardware, tiempo real, almacenamiento, procesamiento, potencia, peso, interfaces, visualización y comunicaciones.</p> <p>Además de las restricciones antes planteadas, se trabaja con soluciones que requieren manejar posición, localización y movilidad como requerimientos básicos.</p>
P5. Gerencia de proyectos de TI	C10. Desarrollo de software en equipo	Adquirir experiencia práctica a través del desarrollo de un proyecto de tamaño mediano. Para esto se utiliza un proceso de entrega por etapas iterativo, apoyado en herramientas computacionales.

Los cursos electivos profesionales pueden pertenecer a diferentes campos de aplicación. Se cuenta con un conjunto estable de electivas, las cuales se rotan semestre a semestre.

La tabla 16 presenta los cursos de innovación definidos para el caso Uniandes.

**Tabla 16.** Definición de cursos de innovación para el caso Uniandes

Nombre	Propósito
11. Introducción a la ingeniería de sistemas	Desarrollar en los participantes sentido de pertenencia a su carrera, institución y programa y fomentar el contacto con la vida empresarial aprovechando las oportunidades que brindan distintas fuentes de información y la interacción con otros alumnos, profesores y profesionales en el área. Adicionalmente, pretende desarrollar capacidad individual y grupal para autogestionar el proceso de aprendizaje: llevar a cabo procesos y proyectos tomando en consideración las condicionantes típicas de la vida universitaria. Por último busca formar a los participantes en algunos de los conceptos básicos de la ingeniería de sistemas y computación e informar sobre algunas de las áreas avanzadas de la carrera.
12. Diseño de productos e innovación en TI (Proyecto de mitad de carrera)	Trabajar durante un semestre en la definición y desarrollo de proyectos de innovación con tecnología informática, proyectados para ser sostenibles en el tiempo y competitivos a escala internacional.
13. Proyecto de grado	Fortalecer en el estudiante las competencias de trabajo por proyectos, trabajo en equipo, innovación y comunicación oral y escrita. Además, se pretende ofrecer un espacio integrador de los conocimientos y las competencias adquiridas durante la formación. Se busca que el estudiante participe activamente, en el marco de un grupo de investigación y desarrollo o de una empresa, en el diseño, implementación y puesta en marcha de una solución con TIC que aporte valor, haciendo énfasis en la dinámica del proyecto como integrador de competencias, el trabajo en equipo y la comunicación.

## 6.5. Actividad 5: Diseño de cursos

El **anexo B** presenta el diseño detallado de cada uno de los cursos definidos anteriormente y su contribución para desarrollar las competencias identificadas en el perfil profesional deseado.

## 6.6. Actividad 6: Evaluación del diseño de cursos

La tabla 17 describe la incidencia de los cursos, los campos de aplicación, y las áreas de conocimiento en las competencias identificadas como prioritarias para el perfil profesional del ISC uniandino.

Tabla 17. Resultados del diseño de cursos para el caso Uniandes

		H1			H2				H3	H4				H5		H6			H7	
		O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13	O14	O15	O16	O17	O18	O19
P1	C1	0	10	0	0	0	0	0	36	18	0	0	0	36	0	0	0	0	0	0
	C2	0	16	0	11	5	1	2	15	9	9	11	0	11	5	0	0	0	5	0
P2	C3	0	0	0	5	0	0	0	28	20	14	0	0	28	0	0	0	0	5	0
	C4	0	6	0	4	3	0	0	13	26	0	13	0	26	6	0	0	0	3	0
P3	C5	2	10	3	10	5	2	3	20	5	5	10	0	15	5	3	0	2	0	0
	C6	25	25	0	5	5	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C7	15	23	0	15	8	23	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P4	C8	0	0	0	12	0	3	0	23	15	6	3	0	15	15	0	0	6	0	0
	C9	2	1	2	5	3	3	3	17	12	0	6	0	35	2	5	0	2	0	0
P5	C10	0	0	9	15	10	10	6	0	15	10	0	0	15	0	0	0	4	6	0
A1	F1	0	0	0	16	11	0	11	0	11	6	11	0	17	17	0	0	0	0	0
	F2	0	0	0	7	7	25	0	25	12	6	6	6	0	6	0	0	0	0	0
	F3	0	12	12	23	12	0	0	0	12	6	12	0	11	0	0	0	0	0	0
A2	F4	0	0	0	16	5	2	0	22	13	2	0	0	33	7	0	0	0	0	0
	F5	0	0	0	6	2	1	0	26	5	3	1	0	51	5	0	0	0	0	0
	F6	0	0	0	1	1	1	0	25	7	3	0	0	56	3	3	0	0	0	0
A3	F7	0	0	0	14	18	0	0	6	2	20	0	0	36	4	0	0	0	0	0
A4	F8	20	20	0	13	20	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Promedio por objetivo pedagógico		3.6	6.9	1.4	9.9	6.4	4.0	1.9	18.4	10.1	5.0	4.0	0.3	21.4	4.3	0.6	0.0	0.8	1.0	0.0
Promedio por categoría		11.9			22.2				18.4	19.5				25.7		1.4			1.0	

Cada curso colabora incrementalmente para generar las habilidades deseadas en los egresados.

La figura 25 ilustra gráficamente el **perfil profesional obtenido** para el programa de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad de los Andes. Por cada categoría de habilidades se muestra la relevancia de los objetivos pedagógicos, los cuales determinan el impacto sobre el diseño curricular.

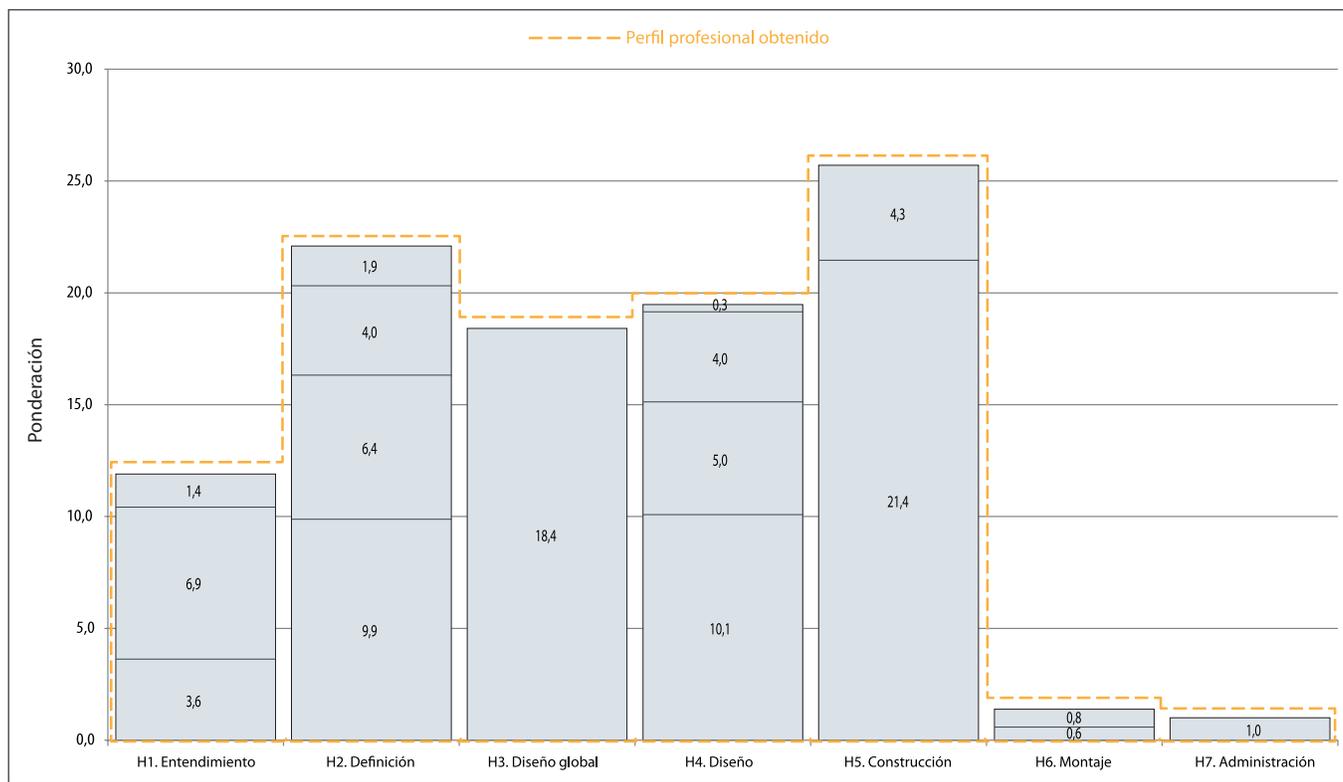


Figura 25. Perfil profesional obtenido para el caso Uniandes

A continuación se presentan dos tipos de evaluaciones efectuadas teniendo en cuenta la información consolidada del diseño de los cursos en el espacio de las habilidades.

### 6.6.1. Evaluación 1: contribución de los cursos con respecto al perfil profesional obtenido

La figura 26 ilustra la contribución de los cursos al perfil profesional agrupados por campos de aplicación y áreas de conocimiento.

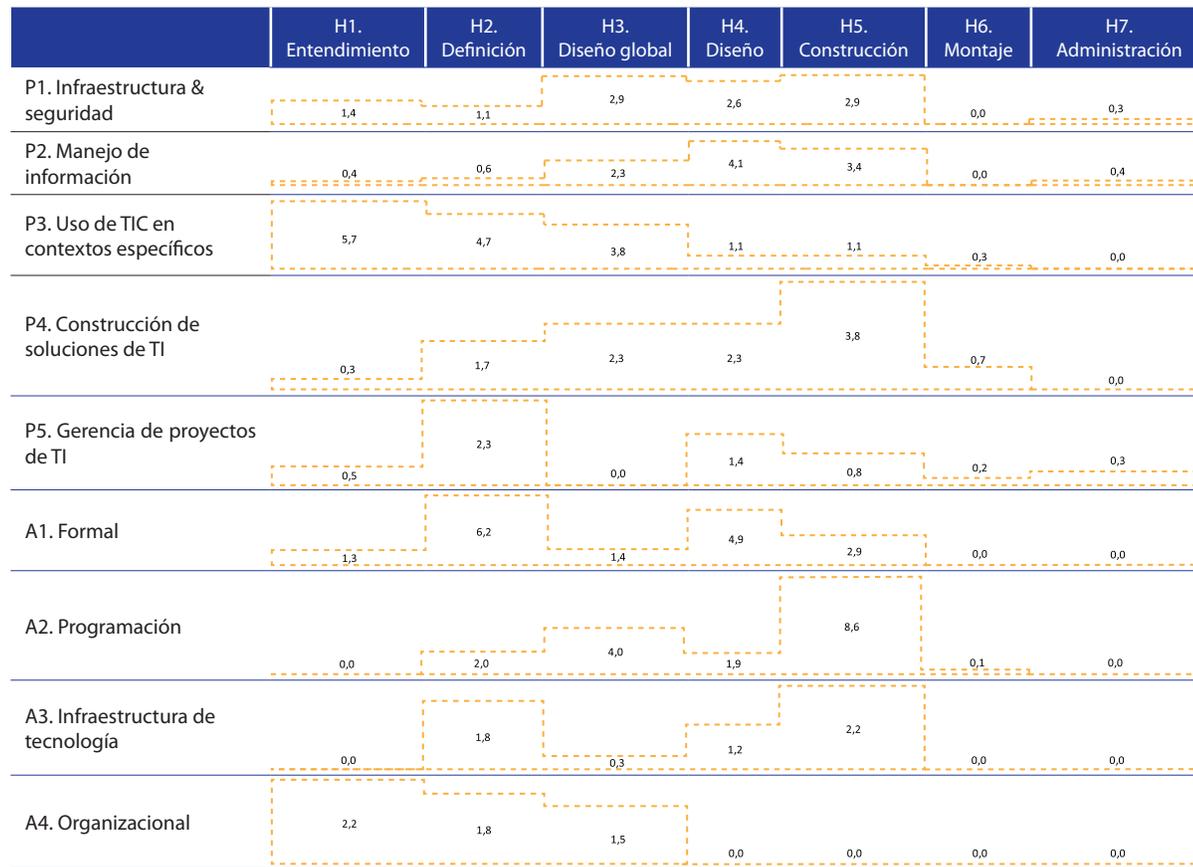


Figura 26. Contribución de los cursos al perfil profesional obtenido para el caso Uniandes

De acuerdo con estas graficas se pueden establecer los campos de aplicación y áreas de conocimiento en las cuales los cursos impactan una habilidad específica. Por ejemplo, los cursos enmarcados en el campo de aplicación “Usos de TIC en contextos específicos” son los que más aportan a la categoría de habilidad *Entendimiento*.

### 6.6.2. Evaluación 2: diferencia entre el perfil profesional diseñado y el obtenido

La figura 27 ilustra el resultado de comparar el perfil profesional deseado, definido mediante la ponderación de habilidades, con respecto al perfil profesional obtenido en el diseño de los cursos.

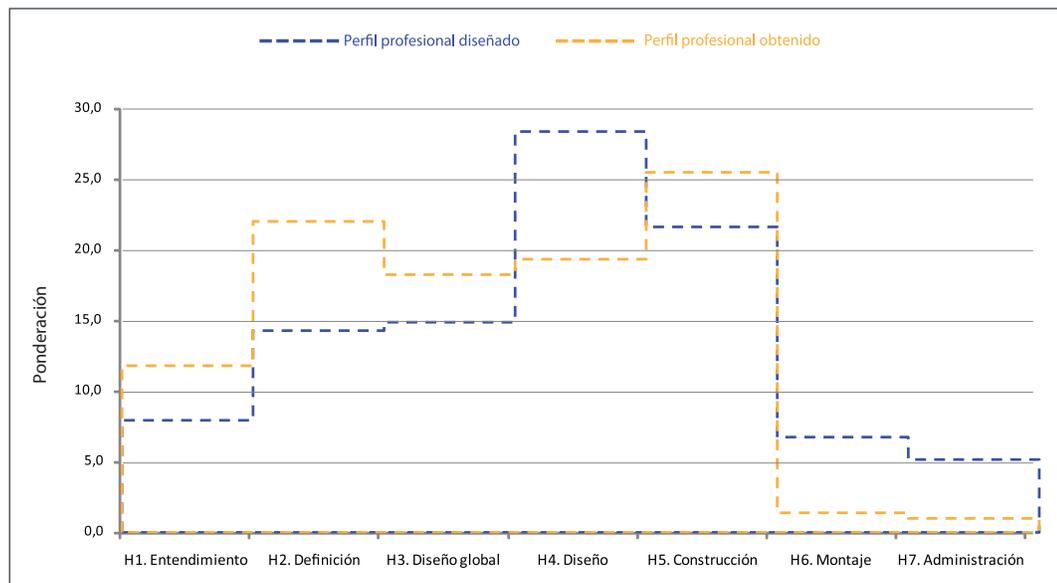


Figura 27. Diferencia entre el perfil profesional obtenido y el diseñado para el caso Uniandes

El perfil profesional de un ISC uniandino, de acuerdo con los cursos definidos, presenta leves variaciones respecto del perfil profesional diseñado inicialmente. Sin embargo, la tendencia sigue siendo la misma. Por tanto, el perfil profesional de un ISC uniandino está enfocado hacia habilidades como la definición de un proyecto en el beneficiario, la especificación de los aspectos globales de una solución, y principalmente hacia el diseño y construcción de ésta. Otras habilidades como el entendimiento de un beneficiario/proveedor y de su entorno, la puesta en marcha de la solución y la administración de ésta no son factores determinantes en la formación de los futuros egresados.



## 6.8. Actividad 8: Seguimiento y evolución del diseño curricular

Se ha decidido efectuar un seguimiento y evolución del nuevo diseño curricular respecto a sistemas de acreditación que describen las habilidades esperadas por los egresados de ingeniería. Para tal fin, se ha evaluado el nuevo diseño curricular en términos de los criterios de acreditación de ABET (*ver sección 5.1*). Para lo cual, se ha adoptado el sistema de calidad llamado CALIS<sup>2</sup>, el cual que implementa y refina las metas ABET en dos niveles adicionales de metas específicas al contexto de Ingeniería de Sistemas y Computación.

A continuación se presenta el sistema de calidad adoptado. Por otro lado, se expone la relación entre los objetivos pedagógicos del marco de referencia y las metas de evaluación de CALIS, el cual permite determinar el nivel de cumplimiento de los objetivos pedagógicos una vez se haya efectuado una evaluación exhaustiva de los cursos al finalizar cada semestre.

### 6.8.1. Sistema de calidad de ingeniería de sistemas (CALIS)

CALIS relaciona la interpretación de las metas definidas por ABET mediante la definición de las metas específicas del programa de ingeniería de sistemas y computación. Las metas ABET se han refinado en dos niveles adicionales de metas deseadas (tabla 18).

Tabla 18. Sistema de calidad para el caso Uniandes

Meta ABET	Meta CALIS		Interpretación
(a) Habilidad para aplicar matemáticas, ciencias e ingeniería	a.1	Modelar situaciones	Aplicar principios para describir modelos.
			Aplicar conocimientos de ciencias y de ingeniería para construir modelos de situaciones reales.
			Usar modelos matemáticos para constatar en qué medida un modelo refleja la realidad correspondiente.
			Especificar problemas en términos de modelos.
	a.2	Diseñar soluciones	Diseñar soluciones a partir de especificaciones.
			Usar estándares para describir y documentar diseños.
			Usar conocimiento específico para formular soluciones.
	a.3	Evaluar soluciones	Estimar la corrección de una solución con respecto a la especificación.
			Estimar la eficiencia de una solución (p.e. complejidad computacional).
Estimar costos de construir una solución.			

<sup>2</sup> <http://sistemas.uniandes.edu.co/sitio/pregrado/estructura-curricular/sistema-de-calidad-calisis>

Meta ABET	Meta CALIS		Interpretación	
(b) Habilidad para diseñar y construir experimentos, así como analizar e interpretar datos	b.1	Diseñar modelos computacionales y simulaciones sobre ellos	Modelar situaciones.	
			Usar estándares para desarrollar, expresar y documentar diseños.	
			Recolectar datos de entrada, filtrando los que estén errados para evitar y prevenir errores.	
			Simular dinámicamente con métodos computacionales.	
	b.2	Analizar e interpretar datos	Probar modelos.	
			Reconocer y corregir fallas de diseño a partir de resultados inesperados. Interpretar resultados en términos de elementos de modelamiento.	
(c) Habilidad para diseñar un sistema, una componente o un proceso con el fin de alcanzar requerimientos deseados, con restricciones realistas (económicas, ambientales, sociales, políticas, de salud y de seguridad...)	c.1	Explicitar requerimientos y procesos	Definir requerimientos funcionales para un sistema (requerimientos de entrada/salida).	
			Definir requerimientos no funcionales para un sistema (eficiencia, operabilidad, usabilidad, etc.).	
			Definir restricciones no técnicas (económicas, ambientales, sociales, políticas, de salud y de seguridad, manufacturabilidad, sostenibilidad).	
	c.2	Diseñar un sistema, una componente, un proceso	Planear diseño siguiendo una metodología adecuada (p.e. prototipificación rápida, diseño por ciclos...).	
			Formular alternativas de solución.	
			Chequear que una solución propuesta satisfaga los requerimientos y restricciones. Evaluar alternativas de solución y seleccionar una mejor.	
	c.3	Modificar un sistema, una componente, un proceso	Identifica partes o componentes de un sistema que deberían modificarse para satisfacer nuevos requerimientos.	
			Modificar definiciones de diseño de partes o componentes de un sistema.	
			Modificar implementaciones de partes o componentes de un sistema.	
	(d) Habilidad para trabajar en grupos multidisciplinarios	d.1	Fomentar un adecuado proceso de comunicación	Incluir conocimiento de otras disciplinas de forma efectiva.
				Trabajar en diferentes niveles de responsabilidad (papeles) dentro de un equipo.
				Compartir responsabilidades con otros miembros de equipos y apoyarlos en sus diferentes papeles.
Fomentar el compromiso de otros miembros del equipo. Construir sobre las ideas de otros.				
d.2		Promover la comunicación en equipos	Reconocer sentimientos e intereses personales de otros miembros.	
			Aceptar retroalimentación y críticas de otros. Comunicarse efectivamente con otros miembros del equipo.	
d.3		Tomar decisiones en equipo	Tomar decisiones en forma sistemática.	
d.4		Tener manejo personal	Participar formalmente (puntualidad, administración de tareas, asistencia a reuniones, etc.).	
			Respetar compromisos	
			Asumir / respetar liderazgo	

Meta ABET	Meta CALIS		Interpretación
(e) Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería	e.1	Identificar problemas	Identificar un problema en una situación particular y describirlo desde una perspectiva de informática.
			Reconocer situaciones en las que una solución informática puede ser inapropiada o limitada.
	e.2	Formular problemas	Identificar principios de ingeniería aplicables al problema.
			Formular un modelo para un universo del problema con restricciones apropiadas (hechos y suposiciones relevantes) y nivel de detalle (parámetros y variables relevantes).
			Especificar el problema en términos de un modelo adecuado de su universo.
			Establecer claramente qué es una solución del problema y cuándo una solución aproximada puede ser aceptable.
	e.3	Solucionar problemas	Usar conocimiento de ingeniería para desarrollar y describir soluciones utilizando una metodología apropiada.
			Resolver problemas mediante soluciones de problemas conocidos (más abstractos, más generales, problemas clásicos, sub problemas más fáciles de solucionar)
			Usar metodologías para desarrollar soluciones de problemas y explicar hasta qué punto una solución resuelve un problema.
(f) Habilidad para comprender la responsabilidad profesional y ética	f.1	Reconocer principios generales y códigos	Comportarse de acuerdo con reglas institucionales.
			Demostrar conocimiento de códigos éticos (profesionales).
	f.2	Conocer aspectos de seguridad y regulación	Ser consciente del impacto de una actuación profesional sobre una organización.
			Ser consciente del impacto de una actuación profesional sobre un contexto social más amplio.
(g) Habilidad para comunicarse efectivamente	g.1	Desarrollar una adecuada comunicación oral	Desarrollar un estilo adecuado de presentación
			Presentar adecuadamente un contenido
	g.2	Desarrollar una adecuada comunicación escrita	Desarrollar un estilo adecuado de presentación
			Presentar adecuadamente un contenido
	g.3	Desarrollar una adecuada comunicación gráfica	Desarrollar un estilo adecuado de presentación
			Presentar adecuadamente un contenido

Meta ABET	Meta CALIS		Interpretación
(h) Habilidad para desarrollar una educación amplia, necesaria para entender el impacto de soluciones de ingeniería en un contexto global, ambiental y social.	h.1	Manejar la estimación de impacto	Entender/Identificar el impacto global que la ingeniería (informática) pueda tener.
			Entender/Identificar el impacto económico que una solución de ingeniería (informática) pueda tener.
			Entender/Identificar el impacto social que una solución de ingeniería (informática) pueda tener.
			Entender/Identificar el impacto ambiental que una solución de ingeniería (informática) pueda tener.
			Entender/Identificar el impacto en la salud/en la ética que una solución de ingeniería (informática) pueda tener.
			Usar conocimiento de impactos potenciales en los procesos de diseño y de solución de problemas.
(i) Habilidad para reconocer la necesidad de comprometerse con el aprendizaje a lo largo de la vida	i.1	Reconocer la necesidad de aprender a lo largo de la vida	Reconocer la necesidad del proceso de aprendizaje (asistir a clase, entregar tareas y proyectos..).
			Propender al conocimiento de materias nuevas.
			Aplicar lo que ha sido aprendido en el trabajo actual.
	i.2	Aprender a lo largo de la vida	Participar en actividades extracurriculares, incluyendo sociedades profesionales y capítulos estudiantiles.
(j) Habilidad para adquirir conocimiento de asuntos contemporáneos	j.1	Manejar asuntos actuales de ciencia y de ingeniería	Recoger información y evaluar de manera crítica información de fuentes diversas.
			Integrar información nueva con otra previamente conocida.
(k) Habilidad para usar técnicas, destrezas y herramientas modernas de ingeniería, necesarias para la práctica de la ingeniería	k.1	Usar tecnologías modernas	Crear conciencia sobre asuntos actuales de ciencia y de ingeniería. Habilidad para discutir sobre ellos desde el punto de vista de la informática.
			Habilidad para proponer o evaluar soluciones a problemas en Ciencias/Ingeniería desde una perspectiva informática.
			Conocer y usar herramientas modernas de <i>software</i> .
			Conocer y usar herramientas modernas de <i>hardware</i> .
			Conocer y usar metodologías modernas en la práctica profesional.

### 6.8.2. Relación de metas ABET con los objetivos pedagógicos del marco de referencia

La tabla 19 muestra la relación porcentual entre las metas ABET (refinadas por el sistema de calidad CALIS) y los objetivos pedagógicos del marco de referencia propuesto.

Tabla 19. Relación metas ABET con objetivos pedagógicos del marco de referencia

		a1	a2	a3	b1	b2	c1	c2	c3	d1	d2	d3	d4	e1	e2	e3	f1	f2	g1	g2	g3	h1	i1	i2	j1	k1	
H1	O1	0,35					0,35												0,10	0,10	0,10						
	O2	0,30				0,10	0,10							0,05	0,05				0,10	0,10	0,10				0,05	0,05	
	O3	0,35					0,15	0,20											0,10	0,10	0,10						
H2	O4	0,30					0,15		0,15					0,40													
	O5	0,10					0,20	0,20	0,15						0,10	0,15									0,05	0,05	
	O6			0,30		0,20	0,20								0,10								0,20				
H3	O7	0,10			0,35			0,35								0,20											
	O8		0,20		0,20		0,10	0,20	0,10							0,10									0,05	0,05	
H4	O9		0,20		0,20		0,10	0,20	0,10										0,10						0,05	0,05	
	O10			0,30			0,20	0,20	0,20										0,05							0,05	
	O11						0,25	0,35	0,30										0,05							0,05	
	O12							0,45	0,45										0,05							0,05	
H5	O13				0,50		0,40												0,05							0,05	
	O14							0,30							0,05	0,05					0,30	0,25				0,05	
H6	O15																		0,40	0,40	0,20						
	O16					0,40				0,40		0,20															
	O17																		0,40	0,40	0,20						
H7	O18					0,50		0,10							0,10				0,10	0,10						0,10	
	O19	0,20				0,15	0,15	0,10	0,10														0,25			0,05	
HT	OT1																						0,10	0,10	0,30	0,50	
	OT2			0,30		0,30																0,40					
	OT3																		0,60	0,30	0,10						
	OT4									0,20	0,20	0,20	0,20						0,10	0,05	0,05						
	OT5											0,10	0,10										0,40	0,40			
	OT6																						0,20	0,20	0,20	0,40	
	OT7																						0,30	0,30	0,40		
	OT8																						0,40	0,40	0,10	0,10	
	OT9										0,20	0,20	0,20	0,20						0,10	0,05	0,05					
	OT10																								0,40	0,60	
	OT11																		0,50	0,50							
	OT12																		0,50	0,50							

Los porcentajes indican el impacto que los objetivos pedagógicos del marco de referencia tienen sobre las metas ABET. Por ejemplo, el objetivo pedagógico O1 impacta un 35% a la meta a1, un 35% a la meta c1, y un 10% a las metas g1, g2, y g3.

Mediante la evaluación de las metas ABET realizada al cierre de cada semestre, es posible determinar el cumplimiento de los objetivos pedagógicos con respecto a cada uno de los cursos.

## 6.9. Currículos complementarios

A continuación se presentan los currículos complementarios ofrecidos a estudiantes del Departamento y de otros programas académicos.

En primer lugar, el Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad de los Andes ha creado **currículos complementarios en tecnología** para ofrecer específicamente a los estudiantes del programa de pregrado la posibilidad de ampliar su conocimiento en tecnologías específicas altamente usadas en la actualidad.

Los cursos ofrecidos por un currículo complementario están alineados con el contenido de los cursos del currículo.

El departamento ha creado un convenio estratégico con diferentes proveedores de tecnología para que los estudiantes apliquen las habilidades y conocimientos de los cursos del currículo. Entre los currículos complementarios en tecnología se destacan los siguientes:

- Currículo complementario en tecnología Microsoft
- Currículo complementario en tecnología SAP
- Currículo complementario en tecnología IBM
- Currículo complementario en tecnología Oracle

Cada currículo complementario tiene definida su estructura y se indican para cada curso los prerrequisitos correspondientes a cursos del currículo de ingeniería de sistemas y computación.

Por otro lado, el Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad de los Andes ofrece a estudiantes de otros programas académicos diferentes opciones académicas. Una **opción académica** provee al estudiante una formación básica complementaria a su programa obligatorio. Consiste en un grupo de materias valorado entre 15 y 18 créditos, que un estudiante regular de pregrado puede tomar en un área específica del conocimiento.

El departamento, por intermedio de la Facultad de Ingeniería, ofrece las siguientes opciones académicas:

- Opción en TI en las organizaciones
- Opción en computación visual
- Opción en matemáticas computacionales

Cada una de las opciones académicas define la estructura de los cursos y los objetivos de formación específicos.



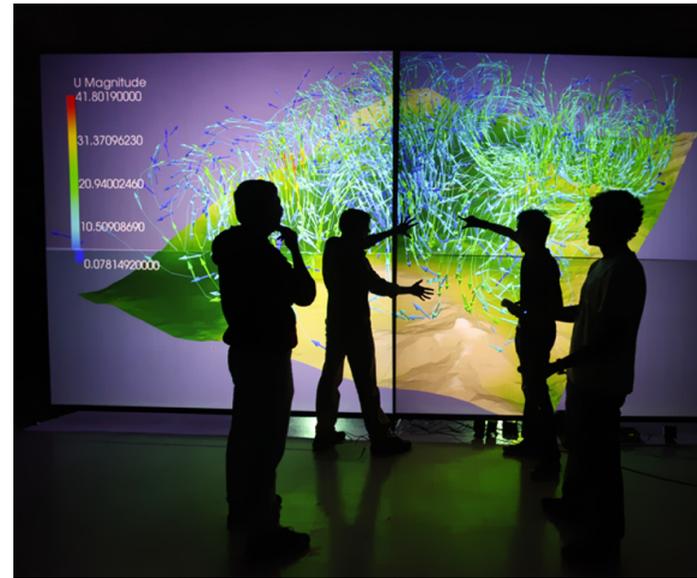
## 7. CONCLUSIONES

Cualquier cambio sobre el diseño curricular tendrá un impacto negativo proporcional al tamaño del cambio. Por tal razón, es indispensable tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Debe haber un trabajo paralelo al diseño curricular para plantear los procesos de transición, de formación de profesores y de manejo del cambio.
- El currículo no debe ser la suma de los temas que manejan los profesores, sino un ambiente de generación de habilidades que permita a los estudiantes adaptarse a un entorno altamente cambiante como el de la profesión.

El proceso de diseño curricular llevado a cabo para el programa de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad de los Andes permitió validar el modelo curricular propuesto. Algunas de las ventajas de adoptar el modelo de diseño curricular fueron:

- Involucrar a todos los profesores del departamento en el diseño del programa curricular.
- Establecer claramente y de forma medible las habilidades por desarrollar en el perfil profesional de los egresados del programa.
- Alinear las habilidades definidas en el perfil profesional, desarrolladas en cada uno de los cursos, con las competencias de formación en ingeniería propuestas por ABET.
- Evaluar el diseño curricular del programa en términos del perfil profesional diseñado por los profesores.
- Facilitar y acelerar la creación del nuevo diseño curricular para el programa de ingeniería de sistemas y computación.
- Acercar la formación de los estudiantes al quehacer de un profesional en ingeniería de sistemas y computación, el cual gira en torno a un ciclo de solución de problemas enmarcado en el contexto de proyectos.
- Diseñar los cursos de tal forma que contribuyan incrementalmente al desarrollo del perfil profesional deseado.



Consideramos que el modelo de diseño curricular propuesto y la experiencia presentada en Uniandes, pueden ser usadas por las instituciones educativas del país. De esta forma estas instituciones podrán definir y alcanzar un conjunto de objetivos pedagógicos deseables y usar estos objetivos para implementar y evaluar el diseño curricular para un programa de Ingeniería de Sistemas y Computación que responda a las necesidades actuales del entorno. De igual forma, estas instituciones podrán comparar sus propios diseños curriculares con los propuestos por otras instituciones en la misma disciplina.

## 8. REFERENCIAS

- [1] International Bureau of Education Geneva (2003, February). Key competencies for all: An overarching conceptual frame of reference.
- [2] Accreditation Board of Engineering and Technology (ABET) (2005). Criteria for accrediting engineering programs.
- [3] Lethbridge, T.C.; Díaz-Herrera J.; LeBlanc Jr., R.J.; and Thompson, J. B. (2007). Improving software practice through education: Challenges and future trends. FoSE.
- [4] Williams, L., Layman, L.; Slaten, K. M.; Berenson, S. B.; Reaman, C. (2007). On the Impact of a Collaborative Pedagogy on African American Millennial Students in Software Engineering. ICSE.
- [5] Crawley, E. F. (2001). "The CDIO Syllabus. A Statement of Goals for Undergraduate Engineering Education". Consultado en: <http://www.cdio.org>.
- [6] Crawley, E.F.; Malmqvist, J.; Ostlund, S.; Brodeur, D. (2007). Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach.
- [7] Shackelford, R., McGettrick, A., Sloan, R., Topi, H., Davies, G., Kamali, R., Cross, J., Impagliazzo, J., LeBlanc, R., and Lunt, B. (2006). Computing Curricula 2005: The Overview Report. SIGCSE Bull. 38, 1. pp. 456-457.
- [8] ACM Curricula Recommendations. Consultado en: <http://www.acm.org/education/curricula-recommendations>.
- [9] Villalobos, Jorge A. (2010). Ingeniería de Sistemas: paradojas de una crisis. Primer Encuentro Nacional de Ingeniería de Sistemas. Colombia.





# ANEXO A: Lista de abreviaciones y glosario de términos

## Abreviaciones

ABET	Accreditation Board of Engineering and Technology
ACM	Association for Computing Machinery
AE	Arquitectura Empresarial
CDIO	Conceiving-Designing-Implementing-Operating
DISC	Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación
ISC	Ingeniería de Sistemas y Computación
SI	Sistemas de Información
TI	Tecnologías de Información
TICS	Tecnología de Información y Telecomunicaciones

## Glosario de términos

**Currículo:** "Tentativa para comunicar los principios y rasgos esenciales de un propósito educativo, de forma tal que permanezca abierto a discusión crítica y pueda ser trasladado efectivamente a la práctica". *Lawrence Stenhouse*

**Metas de aprendizaje:** "statements that describe what students are expected to know and be able to do by the time of graduation. These relate to the skills, knowledge, and behaviors that student acquire in their matriculation through the program" [3].

**Objetivo educativo:** "broad statements that describe the career and professional accomplishments that the program is preparing graduates to achieve" [3].

## ANEXO B: Diseño de cursos

Información General		
Identificador	F1	
Código del curso	ISIS-1104	
Nombre del curso	Matemática estructural y lógica	
Campo de aplicación	A1. Formal	
Objetivo general	Este curso tiene como objetivo dar al estudiante bases necesarias para razonar matemáticamente y lógicamente. El estudiante debe entender estructuras discretas, usarlas para modelar y razonar sobre las mismas. Adicionalmente, el estudiante debe conocer y familiarizarse con algunas de las aplicaciones de la matemática discreta a la computación.	
Competencias específicas a desarrollar por objetivo pedagógico profesional		
Al final del curso, el estudiante será capaz de:		
O4	• Entender notación lógica formal.	[17%]
O5	• Expresar situaciones en lenguaje lógico.	[11%]
O7	• Definir cálculos deductivos.	[11%]
O9	• Aplicar técnicas de demostración a distintos dominios.	[11%]
O10	• Seguir y evaluar demostraciones.	[6%]
O11	• Determinar qué métodos son útiles para realizar demostraciones.	[11%]
O13	• Hacer demostraciones.	[17%]
O14	• Explicar razonamientos usados en las demostraciones.	[17%]

Información General		
Identificador	F2	
Código del curso	ISIS- 1105	
Nombre del curso	Diseño y análisis de algoritmos	
Campo de aplicación	A1. Formal	
Objetivo general	Este curso tiene como objetivo presentar conceptos básicos del diseño y análisis de algoritmos. Al finalizar el curso, el estudiante debe ser capaz de aplicar técnicas de desarrollo de algoritmos como dividir y conquistar, programación dinámica, utilizar diversos algoritmos de búsqueda y analizar su complejidad en tiempo y en espacio.	
Competencias específicas a desarrollar por objetivo pedagógico profesional		
Al final del curso, el estudiante será capaz de:		
O4	• Especificar programas.	[7%]
O5	• Conocer límites de la algorítmica.	[7%]
O6	• Analizar algoritmos.	[25%]
O8	• Diseñar algoritmos.	[25%]
O9	• Derivar programas.	[11%]
O10	• Verificar programas.	[6%]
O11	• Diseñar algoritmos.	[6%]
O12	• Implementar algoritmos.	[6%]
O14	• Documentar soluciones de problemas de programación.	[6%]

**Información General**

Identificador	F3
Código del curso	ISIS-1106
Nombre del curso	Lenguajes y máquinas
Campo de aplicación	A1. Formal
Objetivo general	El objetivo de este curso es enseñar los conceptos básicos de la teoría de lenguajes a través de los formalismos usados para describir los lenguajes y las máquinas usadas para reconocerlos. Se pretende ver el uso de estas máquinas en dominios distintos a los lenguajes. Finalmente se verán otras máquinas abstractas y su utilidad en modelaje.

**Competencias específicas a desarrollar por objetivo pedagógico profesional**

Al final del curso, el estudiante será capaz de:

O2	• Entender el contexto donde es aplicable el análisis de lenguajes y el modelaje con máquinas abstractas.	[12%]
O3	• Saber cómo integrar el modelaje con máquinas y el análisis de lenguajes a problemas computacionales.	[12%]
O4	• Entender los formalismos para definir lenguajes, máquinas abstractas y su comportamiento.	[24%]
O5	• Ser capaz de saber dónde integrar los lenguajes y las máquinas a un proyecto de SW.	[12%]
O9	• Diseñar máquinas abstractas para resolver problemas.	[12%]
O10	• Emplear diagramas y simuladores para validar los diseños realizados.	[6%]
O11	• Diseñar la integración de las máquinas en proyectos más complejos usando los formalismos de descripción de lenguajes.	[12%]
O13	• Implementar máquinas abstractas a partir de especificaciones formales. Usar herramientas existentes para ayudar en el análisis de lenguajes.	[11%]

**Información General**

Identificador	F4
Código del curso	ISIS-1204
Nombre del curso	Algorítmica y programación 1
Campo de aplicación	A2. Programación
Objetivo general	El curso APO1 (Algorítmica y Programación orientada a Objetos 1), es el primer curso de programación, donde se pretende que al final del curso el estudiante esté en capacidad de utilizar las herramientas y técnicas adecuadas para resolver un problema de una realidad simple en términos de un programa de computador.

**Competencias específicas a desarrollar por objetivo pedagógico profesional**

Al final del curso, el estudiante será capaz de:

O4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar los elementos que hacen parte de la arquitectura de un programa. Definir la relación entre estos elementos y asignar responsabilidades. Justificar dicha arquitectura.</li> <li>• Utilizar la técnica de dividir y conquistar para descomponer los requerimientos funcionales complejos en un grupo de tareas.</li> <li>• Utilizar la técnica de descomposición de un modelo en términos de los elementos que lo componen.</li> </ul>	[16%]
O5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar la técnica de dividir y conquistar para descomponer los requerimientos funcionales complejos en un grupo de tareas.</li> <li>• Utilizar la técnica de descomposición de un modelo en términos de los elementos que lo componen.</li> </ul>	[5%]
O6	• Analizar y especificar un problema simple.	[2%]

<p>O8</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar y utilizar la noción de algoritmo como una secuencia de instrucciones que satisfacen una especificación. Utilizar los conceptos de estructura de un algoritmo, expresiones (aritméticas, lógicas, de cadenas de caracteres), asignaciones, instrucciones condicionales y repetitivas, abstracción de procesos (métodos) y paso de parámetros.</li> <li>• Utilizar el concepto de patrón de algoritmo, como una estructura algorítmica típica para resolver ciertos tipos de problemas bien definidos, Dado un plan de solución de un problema, escribir el algoritmo que resuelve cada una de las tareas.</li> <li>• Construir un algoritmo para un método, dado un contrato bien especificado. Identificar los elementos que hacen parte de la arquitectura de un programa. Definir la relación entre estos elementos y asignar responsabilidades. Justificar dicha arquitectura.</li> <li>• Incorporar en la arquitectura de un programa elementos externos, de los cuales solo existe una especificación funcional (componentes pre-hechos con una especificación clara).</li> </ul>	<p>[22%]</p>
<p>O9</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar y especificar un problema simple.</li> <li>• Proponer una solución al problema, entendido este último como la suma de todos los requerimientos funcionales identificados en el análisis. Identificar los elementos que hacen parte de la arquitectura de un programa. Definir la relación entre estos elementos y asignar responsabilidades. Justificar dicha arquitectura.</li> <li>• Expresar la arquitectura de un programa en un lenguaje gráfico semi-formal, en el que se hagan explícitos todos los elementos que la componen.</li> <li>• Incorporar en la arquitectura de un programa elementos externos, de los cuales solo existe una especificación funcional (componentes pre-hechos con una especificación clara).</li> <li>• Implementar el modelaje y la solución de un problema sencillo en un subconjunto del lenguaje de programación java.</li> <li>• Expresar el modelo del mundo del problema en un subconjunto del lenguaje UML.</li> </ul>	<p>[13%]</p>
<p>O10</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construir un programa siguiendo un ciclo de vida típico (análisis, diseño, implementación y pruebas), cumpliendo con cada una de las etapas, y generando al final de cada una de ellas los respectivos entregables.</li> <li>• Construir un programa siguiendo un ciclo parcial de vida (i.e. comenzar el diseño con un documento de especificación de requerimientos dado, o seguir un plan de pruebas definido en un documento, o integrar partes ya implementadas y probadas, etc.).</li> </ul>	<p>[2%]</p>
<p>O13</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar el modelaje y la solución de un problema sencillo en un subconjunto del lenguaje de programación java.</li> <li>• Utilizar con alguna facilidad un ambiente de desarrollo de software, Utilizar la técnica de descomposición de un modelo en términos de los elementos que lo componen.</li> <li>• Utilizar la técnica de patrones de algoritmos para construir algoritmos utilizando el esqueleto de un patrón como base para luego refinar dicho esqueleto.</li> <li>• Construir una solución utilizando las técnicas de descomposición en entidades del mundo del problema y de dividir y conquistar para los requerimientos funcionales complejos.</li> </ul>	<p>[33%]</p>
<p>O14</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escribir un programa siguiendo unos estándares predefinidos de documentación y codificación.</li> <li>• Expresar el modelo del mundo del problema en un subconjunto del lenguaje UML, Documentar un programa utilizando tecnología apropiada (i.e. javadoc).</li> </ul>	<p>[7%]</p>

Información General	
Identificador	F5
Código del curso	ISIS-1205
Nombre del curso	Algorítmica y programación 2
Campo de aplicación	A2. Programación
Objetivo general	El curso APO2 (Algorítmica y Programación orientada a Objetos 2), es el segundo curso de programación, donde el propósito de este curso es continuar avanzando en los temas tratados en el primer curso de programación, introduciendo nuevos conceptos y generando las habilidades necesarias para manejarlos. En particular, se estudian nuevos elementos con los cuales se pueden modelar las entidades del mundo del problema, y se ven algunas técnicas nuevas para implementar los algoritmos que resuelven problemas un poco más complejos.

### Competencias específicas a desarrollar por objetivo pedagógico profesional

Al final del curso, el estudiante será capaz de:

O4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entender y modelar tipos de error para facilitar el tratamiento y recuperación ante fallos.</li> <li>Identificar y utilizar diferentes formas simples de representación de la información (estructuras de datos en memoria principal). Analizar problemas y reconocer las ventajas de utilizar una estructura particular para el diseño de la solución.</li> </ul>	[6%]
O5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entender y modelar tipos de error para facilitar el tratamiento y recuperación ante fallos.</li> <li>Identificar y utilizar diferentes formas simples de representación de la información (estructuras de datos en memoria principal). Analizar problemas y reconocer las ventajas de utilizar una estructura particular para el diseño de la solución.</li> </ul>	[2%]
O6	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar y utilizar diferentes tipos de algoritmos (secuenciales, recursivos) de acuerdo con las características del diseño de la solución en términos de estructura de datos.</li> <li>Entender y modelar tipos de error para facilitar el tratamiento y recuperación ante fallos.</li> <li>Identificar y utilizar diferentes formas simples de representación de la información (estructuras de datos en memoria principal). Analizar problemas y reconocer las ventajas de utilizar una estructura particular para el diseño de la solución.</li> </ul>	[1%]
O8	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar y utilizar algoritmos de búsqueda sobre estructuras de datos: arreglos, vectores, listas, árboles.</li> <li>Implementar, adaptar y utilizar los algoritmos de ordenamiento de datos en memoria principal.</li> <li>Identificar y utilizar diferentes tipos de algoritmos (secuenciales, recursivos) de acuerdo con las características del diseño de la solución en términos de estructura de datos.</li> <li>Reconocer y utilizar estrategias simples para la implementación de soluciones basadas en desacoplamiento y reutilización.</li> <li>Utilizar algorítmica para el manejo de diferentes estrategias de persistencia (archivos, serialización, bases de datos).</li> <li>Utilizar algorítmica simple para el manejo de concurrencia y distribución.</li> <li>Construir programas correctos utilizando para ello metodologías de verificación y corrección de los mismos: (i.e. invariantes de clase, contratos de métodos y pruebas unitarias).</li> <li>Reconocer y utilizar componentes de negocio, presentación y pruebas en el modelo de arquitectura de la solución.</li> <li>Definir responsabilidades claras para la inclusión de requerimientos no funcionales como persistencia, concurrencia y distribución en la solución.</li> <li>Entender la importancia e incluir la etapa de verificación y pruebas en el desarrollo de software.</li> </ul>	[26%]

<p>O9</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construir programas correctos utilizando para ello metodologías de verificación y corrección de los mismos: (i.e. invariantes de clase, contratos de métodos y pruebas unitarias).</li> <li>• Entender y modelar tipos de error para facilitar el tratamiento y recuperación ante fallos.</li> <li>• Identificar y utilizar diferentes formas simples de representación de la información (estructuras de datos en memoria principal). Analizar problemas y reconocer las ventajas de utilizar una estructura particular para el diseño de la solución.</li> <li>• Diseñar soluciones que contemplen la importancia de la reutilización y desacoplamiento entre componentes. Esto con el fin de hacer más flexible y fácil de cambiar el programa que se construya.</li> <li>• Modelar soluciones que incluyan restricciones no funcionales (persistencia, distribución simple, concurrencia) utilizando estrategias conocidas.</li> <li>• Reconocer y utilizar componentes de negocio, presentación y pruebas en el modelo de arquitectura de la solución.</li> <li>• Definir responsabilidades claras para la inclusión de requerimientos no funcionales como persistencia, concurrencia y distribución en la solución.</li> <li>• Entender y explicar la importancia de la separación de responsabilidades entre componentes de la solución.</li> <li>• Entender el modelo de arquitectura cliente-servidor y plantear soluciones utilizando este esquema de arquitectura.</li> <li>• Entender la importancia e incluir la etapa de verificación y pruebas en el desarrollo de software.</li> <li>• Reforzar y utilizar el proceso de desarrollo incremental de software para construir soluciones estructuradas con varios elementos.</li> <li>• Expresar el modelo del mundo del problema en un subconjunto del lenguaje UML.</li> </ul>	<p>[5%]</p>
<p>O10</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construir programas correctos utilizando para ello metodologías de verificación y corrección de los mismos: (i.e. invariantes de clase, contratos de métodos y pruebas unitarias).</li> <li>• Entender y modelar tipos de error para facilitar el tratamiento y recuperación ante fallos.</li> <li>• Reconocer y utilizar componentes de negocio, presentación y pruebas en el modelo de arquitectura de la solución.</li> <li>• Definir responsabilidades claras para la inclusión de requerimientos no funcionales como persistencia, concurrencia y distribución en la solución.</li> <li>• Entender la importancia e incluir la etapa de verificación y pruebas en el desarrollo de software.</li> <li>• Utilizar con facilidad un ambiente de desarrollo de software incluyendo las herramientas de depuración y pruebas.</li> <li>• Entender y utilizar la metodología de construcción de casos de prueba y su uso como parte del proceso incremental de desarrollo de software.</li> </ul>	<p>[3%]</p>
<p>O11</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construir programas correctos utilizando para ello metodologías de verificación y corrección de los mismos: (i.e. invariantes de clase, contratos de métodos y pruebas unitarias).</li> <li>• Reforzar y utilizar el proceso de desarrollo incremental de software para construir soluciones estructuradas con varios elementos.</li> <li>• Crear soluciones basadas en la extensión de diseños previos. De igual manera construir soluciones flexibles que permitan evolución del problema y la solución.</li> <li>• Utilizar con facilidad un ambiente de desarrollo de software incluyendo las herramientas de depuración y pruebas.</li> </ul>	<p>[1%]</p>

O13	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar, adaptar y utilizar los algoritmos de ordenamiento de datos en memoria principal.</li> <li>• Identificar y utilizar diferentes tipos de algoritmos (secuenciales, recursivos) de acuerdo con las características del diseño de la solución en términos de estructura de datos.</li> <li>• Construir programas correctos utilizando para ello metodologías de verificación y corrección de los mismos: (i.e. invariantes de clase, contratos de métodos y pruebas unitarias).</li> <li>• Identificar y utilizar diferentes formas simples de representación de la información (estructuras de datos en memoria principal). Analizar problemas y reconocer las ventajas de utilizar una estructura particular para el diseño de la solución.</li> <li>• Definir responsabilidades claras para la inclusión de requerimientos no funcionales como persistencia, concurrencia y distribución en la solución.</li> <li>• Entender y explicar la importancia de la separación de responsabilidades entre componentes de la solución.</li> <li>• Entender el modelo de arquitectura cliente-servidor y plantear soluciones utilizando este esquema de arquitectura.</li> <li>• Entender la importancia e incluir la etapa de verificación y pruebas en el desarrollo de software.</li> <li>• Expresar el modelo del mundo del problema en un subconjunto del lenguaje UML.</li> <li>• Utilizar con facilidad un ambiente de desarrollo de software incluyendo las herramientas de depuración y pruebas.</li> <li>• Entender y utilizar la metodología de construcción de casos de prueba y su uso como parte del proceso incremental de desarrollo de software.</li> </ul>	[51%]
O14	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar el modelaje y la solución de un problema en un subconjunto del lenguaje de programación java.</li> </ul>	[5%]

**Información General**

Identificador	F6
Código del curso	ISIS-1206
Nombre del curso	Estructuras de datos
Campo de aplicación	A2. Programación
Objetivo general	Estructuras de datos, es el último curso del ciclo básico de programación, el propósito de este curso es generar en el estudiante la habilidad de diseñar e implementar las estructuras de datos en memoria principal necesarias para resolver un problema, teniendo en cuenta un conjunto de restricciones y criterios de calidad.

**Competencias específicas a desarrollar por objetivo pedagógico profesional**

Al final del curso, el estudiante será capaz de:

O4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escribir el algoritmo que resuelve cada una de las tareas dado un plan de solución de un problema</li> <li>• Descomponer un problema en partes y construir una aplicación como un conjunto de componentes independientes, conectados entre sí por medio de interfaces.</li> </ul>	[1%]
O5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar y justificar un diseño basado en estructuras de datos para implementar una estructura contenedora abstracta, siguiendo una metodología que tenga en cuenta un conjunto de restricciones impuestas (tiempo, espacio y flexibilidad).</li> </ul>	[1%]
O6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar y justificar un diseño basado en estructuras de datos para implementar una estructura contenedora abstracta, siguiendo una metodología que tenga en cuenta un conjunto de restricciones impuestas (tiempo, espacio y flexibilidad).</li> <li>• Evaluar las diferentes complejidades de un algoritmo con el fin de optimizar tareas definidas en un problema dado o cumplir con requerimientos no funcionales preestablecidos.</li> <li>• Comprender el impacto que tienen las estructuras de datos que utiliza un algoritmo sobre la complejidad del mismo.</li> </ul>	[1%]

O8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar el concepto de patrón de algoritmo, como una estructura algorítmica típica para resolver ciertos tipos de problemas bien definidos en estructuras de datos.</li> <li>• Escribir el algoritmo que resuelve cada una de las tareas dado un plan de solución de un problema.</li> <li>• Evaluar las diferentes complejidades de un algoritmo con el fin de optimizar tareas definidas en un problema dado o cumplir con requerimientos no funcionales preestablecidos.</li> <li>• Descomponer un problema en partes y construir una aplicación como un conjunto de componentes independientes, conectados entre sí por medio de interfaces.</li> <li>• Modelar estructuras de datos abstractas lineales, recursivas y no lineales.</li> <li>• Comprender el impacto que tienen las estructuras de datos que utiliza un algoritmo sobre la complejidad del mismo.</li> </ul>	[25%]
O9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar las estructuras de datos que hacen parte de la arquitectura de un programa. Justificar dicha arquitectura.</li> <li>• Comparar arquitecturas de una aplicación teniendo en cuenta criterios basados en requerimientos no funcionales.</li> <li>• Incorporar en la arquitectura de un programa elementos externos, de los cuales sólo existe una especificación funcional (componentes pre-hechos con una especificación clara).</li> <li>• Modelar, diseñar, construir y utilizar estructuras de datos genéricas, en las cuales sea posible parametrizar el tipo de los elementos contenidos.</li> <li>• Utilizar un componente como parte de la implementación de otro componente.</li> <li>• Utilizar la técnica de descomposición de un modelo en términos de los elementos que lo componen.</li> </ul>	[7%]
O10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar y construir pruebas automáticas en una aplicación teniendo en cuenta la definición aleatoria de casos de prueba.</li> </ul>	[3%]
O13	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expresar la arquitectura de un programa en un lenguaje gráfico semi-formal, en el que se hagan explícitos todos los elementos que la componen.</li> <li>• Incorporar en la arquitectura de un programa elementos externos, de los cuales sólo existe una especificación funcional (componentes pre-hechos con una especificación clara).</li> <li>• Evaluar e incorporar patrones básicos de desacoplamiento entre los elementos de una arquitectura.</li> <li>• Modelar, diseñar, construir y utilizar estructuras de datos genéricas, en las cuales sea posible parametrizar el tipo de los elementos contenidos.</li> <li>• Crear una aplicación, utilizando una arquitectura de múltiples capas según su contexto.</li> <li>• Diseñar y construir pruebas automáticas en una aplicación teniendo en cuenta la definición aleatoria de casos de prueba.</li> <li>• Implementar el modelaje y la solución de un problema en un subconjunto del lenguaje de programación java.</li> <li>• Entender las ventajas de un lenguaje canónico y estándar como XML para el intercambio y estandarización de información entre aplicaciones y utilizarlo en una aplicación.</li> <li>• Utilizar frameworks de alto nivel y/o librerías empaquetadas para facilitar y/o integrar el desarrollo de nuevas funcionalidades a una aplicación.</li> <li>• Entender y utilizar herramientas que faciliten y/o automaticen el proceso de despliegue de una aplicación</li> <li>• Utilizar con alguna facilidad un ambiente de desarrollo de software.</li> <li>• Utilizar la técnica de descomposición de un modelo en términos de los elementos que lo componen.</li> <li>• Utilizar la técnica de patrones de algoritmos para construir algoritmos utilizando el esqueleto de un patrón como base para luego refinar dicho esqueleto.</li> <li>• Utilizar patrones de desacoplamiento para estructurar el diseño de una aplicación.</li> </ul>	[56%]
O14	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expresar el modelo del mundo del problema en un subconjunto del lenguaje UML.</li> <li>• Documentar un programa utilizando tecnología apropiada (i.e. javadoc).</li> </ul>	[3%]
O15	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguir un proceso (en grupos) en general, leer y entender un formato. Crear entregables.</li> </ul>	[2%]

**Información General**

Identificador	F7
Código del curso	ISIS-1304
Nombre del curso	Fundamentos de infraestructura tecnológica
Campo de aplicación	A3. Infraestructura de tecnología
Objetivo general	Estudiar la arquitectura básica de un computador: sus componentes, el funcionamiento e interacción de los mismos, así como su caracterización. Se proporciona al estudiante el lenguaje, conceptos y herramientas básicas para analizar infraestructura informática en términos de confiabilidad y desempeño.

**Competencias específicas a desarrollar por objetivo pedagógico profesional**

Al final del curso, el estudiante será capaz de:

O4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manejar adecuadamente las unidades de medidas computacionales y hacer cálculos teniendo en cuenta el hardware de la máquina.</li> </ul>	[14%]
O5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calcular requerimientos informáticos en términos de memoria utilizada, capacidad de discos, ancho de banda de buses y parámetros de rendimiento a nivel de hardware.</li> </ul>	[18%]
O8	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asociar requerimientos de infraestructura con las características de la misma, para determinar la factibilidad de una solución.</li> </ul>	[6%]
O9	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conocer y saber programar en C y ASM.</li> </ul>	[1%]
O10	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conocer mecanismos básicos de integridad de información, selecciona métricas de desempeño y esquemas de evaluación de desempeño.</li> </ul>	[20%]
O13	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conocer y saber programar en C y ASM.</li> </ul>	[36%]
O14	<ul style="list-style-type: none"> <li>Documentar claramente los programas en C y ASM.</li> </ul>	[4%]

**Información General**

Identificador	F8
Código del curso	ISIS-1404
Nombre del curso	TI en las Organizaciones
Campo de aplicación	A4. Organizacional
Objetivo general	Este curso presenta diferentes formas de una organización (empresa, grupo social, organización formal o informal, etc. sea ésta proveedora de bienes o servicios relacionados con tecnologías de información –TI- o beneficiaria de estos bienes o servicios) haciendo énfasis en TI como elemento fundamental para articular la organización con su entorno y facilitar el logro de sus objetivos. Para esto se analizan diversos conceptos -estructura organizacional, cultura organizacional, cambio, cadena de valor, procesos de negocios, tecnología de información, y la información misma- y su importancia desde TI para potenciar el logro de los objetivos de la organización.

**Competencias específicas a desarrollar por objetivo pedagógico profesional**

Al final del curso, el estudiante será capaz de:

O1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entender el entorno tecnológico de la organización.</li> <li>Entender que existen elementos del entorno que impactan el desempeño o la estrategia de una organización.</li> <li>Entender el concepto de cadena de valor y procesos, y el papel que esta juega en la comprensión de una organización.</li> </ul>	[20%]
----	--	-------

O2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apropiar conocimiento de otras disciplinas de manera que logre interacción entre expertos del negocio y TI de una organización.</li> <li>• Conocer diferentes formas de una organización y el papel que juega cada uno de sus elementos y conocer formalismos adecuados para expresarlos.</li> </ul>	[20%]
O4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar necesidades, restricciones y oportunidades basadas TI para el negocio, que introduzcan aspectos de cómo una solución debe ajustarse a las condiciones del entorno.</li> </ul>	[13%]
O5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender las distintas dimensiones que participan en una solución basada en TI y su impacto.</li> </ul>	[20%]
O8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar y modelar los procesos relevantes de acuerdo con necesidades específicas usando lenguajes, estándares y metodologías pertinentes.</li> <li>• Validar con la organización y justificar la estructura general de una solución basada en TI.</li> </ul>	[27%]

**Información General**

Identificador	C1
Código del curso	ISIS-2203
Nombre del curso	Infraestructura Computacional
Campo de aplicación	P1. Infraestructura y seguridad
Objetivo general	En este curso se estudian las características más importantes de los requerimientos de la infraestructura de base de una empresa o proyecto y los criterios que hay que tener en cuenta para elegirla y a partir de estas se estudian y construyen diferentes alternativas de solución.

**Competencias específicas a desarrollar por objetivo pedagógico profesional**

Al final del curso, el estudiante será capaz de:

O2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar y entender las necesidades de un BENEFICIARIO o proyecto en términos de infraestructura de computación y/o seguridad (seguridad de transacciones y seguridad de servidores). Incluye equipos de cómputo y otros elementos de infraestructura que dependen del proyecto específico.</li> <li>• Identificar problemas de desempeño y/o seguridad de una infraestructura básica (incluye hardware, sistema operacional y otros elementos de infraestructura que dependen del proyecto).</li> </ul>	[9%]
O8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar la arquitectura general de la infraestructura requerida (equipos, seguridad y otros elementos de infraestructura requeridos) dadas unas necesidades.</li> <li>• Diseñar en forma general una solución para resolver un problema de desempeño o seguridad, dada su identificación.</li> </ul>	[36%]
O9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar en forma detallada la infraestructura requerida dadas unas necesidades (equipos, seguridad y otros elementos de infraestructura requeridos).</li> <li>• Efectuar un diseño detallado de soluciones para resolver problemas de desempeño y/o seguridad en una infraestructura específica.</li> </ul>	[18%]
O13	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Configurar y poner en funcionamiento una infraestructura requerida de acuerdo con un diseño.</li> </ul>	[36%]

### Información General

Identificador	C2
Código del curso	ISIS-2204
Nombre del curso	Infraestructura de Comunicaciones
Campo de aplicación	P1. Infraestructura y seguridad
Objetivo general	Este curso presenta bajo un enfoque top-down, las soluciones existentes para lograr implementar aplicaciones distribuidas, particularmente en el contexto de Internet. A través de un recorrido por las capas de la pila TCP/IP se estudian las problemáticas asociadas a la utilización de estas soluciones, principalmente aquellas que tienen que ver con el rendimiento y la seguridad de las aplicaciones. El curso está guiado por casos de estudio que se irán desarrollando de manera práctica a lo largo del semestre. Estos casos incluyen no solamente comunicaciones en el mundo de los datos, sino también en el contexto de los servicios convergentes.

### Competencias específicas a desarrollar por objetivo pedagógico profesional

Al final del curso, el estudiante será capaz de:

O2	• Comprender la composición y la funcionalidad las redes de datos. Entender los servicios y la interacción de las diferentes capas y sus protocolos.	[16%]
O4	• Identificar problemas de rendimiento y seguridad en una arquitectura de comunicaciones. Identificar requerimientos de infraestructura de comunicaciones para una aplicación.	[11%]
O5	• Definir escenarios de prueba. Identificar los servicios de red adecuados para una aplicación.	[5%]
O6	• Definir hipótesis sobre el comportamiento de una arquitectura de comunicaciones dada.	[1%]
O7	• Definir pruebas a las que debe ser sometida una arquitectura de comunicaciones así como los servicios a utilizar por una solución.	[2%]
O8	• Diseñar topologías de red que respondan a una cierta problemática.	[15%]
O9	• Proponer alternativas de mejora para una arquitectura de comunicaciones. Diseñar esquemas de direccionamiento.	[9%]
O10	• Diseñar mediciones que permitan observar el comportamiento de la red. Diseñar programas que validan particularidades en el desempeño de la red.	[9%]
O11	• Diseñar de redes utilizando dispositivos (routers, switches y servidores) que permitan realizar configuraciones seguras.	[11%]
O13	• Implementar una arquitectura de red que responda a un diseño.	[11%]
O14	• Documentar los resultados obtenidos a través del comportamiento de la red.	[5%]
O18	• Monitorear de una infraestructura de comunicaciones.	[5%]

Información General	
Identificador	C3
Código del curso	ISIS-2304
Nombre del curso	Sistemas Transaccionales
Campo de aplicación	P2. Manejo de Información
Objetivo general	<p>El objetivo del curso es estudiar la problemática de persistencia y acceso compartido de grandes volúmenes de datos en sistemas transaccionales. El curso comienza mostrando que el sistema transaccional a desarrollar es uno de los proyectos identificados en una fase previa de análisis de requerimientos, para garantizar que la solución esté alineada con los objetivos estratégicos de la organización y que cumpla con unos estándares y principios establecidos.</p> <p>Se hace especial énfasis en la dimensión información de una arquitectura empresarial, apoyándose en la tecnología de bases de datos en la dimensión de tecnología.</p>

**Competencias específicas a desarrollar por objetivo pedagógico profesional**

Al final del curso, el estudiante será capaz de:

O4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adquirir conocimiento suficiente del mundo del problema al igual que comprender los Requerimientos funcionales y no funcionales previamente identificados.</li> </ul>	[5%]
O8	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diseñar un modelo conceptual para el mundo del problema, en aplicaciones de tipo transaccional, dados unos requerimientos funcionales.</li> <li>Pasar de un modelo conceptual del mundo del problema de una aplicación de tipo transaccional, a un modelo lógico para una base de datos relacional.</li> </ul>	[28%]
O9	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar la calidad de un modelo lógico de datos relacional, desde el punto de vista de redundancia y problemas de inserción y supresión.</li> <li>Plantear y evaluar alternativas para aumentar la eficiencia de aplicaciones transaccionales (p.e. selección de índices), como parte del proceso de diseño físico de una base de datos relacional, dados unos requerimientos funcionales y no funcionales.</li> <li>Plantear soluciones algorítmicas para el manejo de grandes volúmenes de datos, que minimicen los accesos a memoria secundaria.</li> <li>Planear alternativas de arquitectura que incluyen patrones de persistencia.</li> <li>Analizar las diferencias entre smbd comerciales y opensource.</li> </ul>	[20%]
O10	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar un plan de pruebas adecuado para validar el cumplimiento de RF y RNF.</li> <li>Diseñar pruebas individuales e integradas para validar la calidad del modelo lógico.</li> </ul>	[14%]
O13	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar aplicaciones con énfasis en el manejo transaccional de la información.</li> <li>Evaluar y utilizar las funcionalidades ofrecidas por los sistemas de bases de datos, tales como manejo de concurrencia y seguridad, en el cumplimiento de los requerimientos no funcionales de las aplicaciones.</li> <li>Usar un SMBD relacional (p.e. Oracle 10g, SQL Server 2005, MySQL, Sybase, DB2, PostgreSQL) de forma conjunta con un lenguaje orientado a objetos (p.e. Java), para brindar soluciones que integren el manejo de persistencia en el desarrollo de aplicaciones transaccionales web.</li> <li>Incorporar el lenguaje SQL en la solución de requerimientos funcionales que involucren el almacenamiento y acceso de datos persistentes en bases de datos relacionales.</li> <li>Diseñar políticas de seguridad, respaldo y recuperación.</li> <li>Construir un prototipo con una arquitectura suficiente para probar los aspectos transaccionales del sistema.</li> </ul>	[28%]
O18	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprender las responsabilidades de un DBA en el mantenimiento de una base de datos.</li> </ul>	[5%]

**Información General**

Identificador	C4
Código del curso	ISIS-3301
Nombre del curso	Inteligencia de Negocios
Campo de aplicación	P2. Manejo de Información
Objetivo general	El objetivo de este curso es estudiar diferentes escenarios en los procesos de toma de decisiones en las organizaciones, los tipos de análisis e información requeridos en cada uno de ellos, las estrategias de integración y estructuras de datos que se utilizan para soportar dichos análisis, así como algunas metodologías, tecnologías y herramientas de apoyo.

**Competencias específicas a desarrollar por objetivo pedagógico profesional**

Al final del curso, el estudiante será capaz de:

O2	• Entender el papel que puede jugar un programa de BI en el logro de los objetivos estratégicos de una organización.	[6%]
O4	• Identificar tipos de análisis requeridos.	[4%]
O5	• Priorizar requerimientos y definir proyectos.	[3%]
O8	• Plantear y evaluar arquitecturas de datos para satisfacer requerimientos de BI.	[13%]
O9	• Modelar datos de manera multidimensional y realizar diseño físico.	[26%]
O11	• Diseñar procesos de ETL.	[13%]
O13	• Implementar solución de BI en un contexto restringido.	[26%]
O14	• Documentar solución de BI en un contexto restringido.	[6%]
O18	• Entender los beneficios y responsabilidades de los centros de competencia para BI.	[3%]

**Información General**

Identificador	C5
Código del curso	ISIS-2402
Nombre del curso	Modelado, Simulación y Optimización
Campo de aplicación	P3. Uso de TICs en contextos específicos
Objetivo general	El objetivo de este curso es proveer al estudiante de las herramientas y habilidades necesarias para construir modelos a partir de situaciones complejas, con el propósito de estructurar sobre dicho modelo una solución de TI. Una vez expresado el modelo usando los formalismos adecuados, el estudiante trabajará en la manera de utilizarlo, ya sea para hacer una simulación con miras a validarlo o a obtener información, para optimizar algún aspecto del modelo o simplemente para usarlo como fuente para tomar decisiones de implementación.

**Competencias específicas a desarrollar por objetivo pedagógico profesional**

Al final del curso, el estudiante será capaz de:

O1	• Observar una situación problemática compleja en un contexto específico para plantear un modelo descriptivo (variables, relaciones y restricciones) siguiendo metodologías apropiadas.	[2%]
O2	• Reconocer los términos propios al contexto en el cual se expone un problema complejo.	[10%]
O3	• Interactuar con expertos interdisciplinarios en la comprensión del contexto.	[3%]

O4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formular un problema y las características esperadas de la solución.</li> </ul>	[10%]
O5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar factores de complejidad del problema objetivo, que permitan clasificarlo y orientar su solución con formalismos clásicos de modelaje.</li> </ul>	[5%]
O6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer necesidades de información para resolver el problema abordado.</li> </ul>	[2%]
O7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer los límites de la solución de acuerdo con la complejidad y el formalismo de modelado adoptado.</li> </ul>	[3%]
O8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plantear y justificar alternativas de modelado.</li> <li>• Expresar formalmente un modelo y estimar su poder de representación del problema.</li> <li>• Plantear alternativas de solución sobre el modelo planteado que cumplan con las características esperadas.</li> <li>• Definir la información necesaria para alimentar el modelo e identificar las fuentes.</li> <li>• Evaluar la complejidad de una alternativa de solución en el modelo.</li> <li>• Diseñar y justificar una arquitectura global de solución.</li> </ul>	[20%]
O9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar y justificar la arquitectura detallada de la solución.</li> <li>• Seleccionar una plataforma tecnológica de implementación.</li> </ul>	[5%]
O10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar los experimentos de simulación.</li> </ul>	[5%]
O11	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir la integración de herramientas computacionales existentes en la solución prevista.</li> </ul>	[10%]
O13	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar una solución del modelo cuya ejecución en el tiempo permita estudiar las consecuencias de las interacciones definidas en el modelo.</li> <li>• Establecer un conjunto de datos que permita evaluar la solución.</li> </ul>	[15%]
O14	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer procesos de ejecución, seguimiento y reformulación de la solución.</li> </ul>	[5%]
O15	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Llevar la solución y las condiciones de evaluación a contextos de datos reales y combinación de escenarios cercanos a lo esperado en el contexto del problema concreto.</li> </ul>	[5%]

**Información General**

Identificador	C6
Código del curso	ISIS-2403
Nombre del curso	Arquitectura Empresarial y de solución
Campo de aplicación	P3. Uso de TICs en contextos específicos
Objetivo general	El objetivo de este curso es estudiar la manera de entender una estructura organizacional compleja, para poder así diseñar una arquitectura de TI de alto nivel, que permita soportar los objetivos de negocio de la mejor manera posible. Dicho diseño debe venir acompañado de un mapa de ruta de proyectos, que le permita a la organización avanzar desde la situación actual hasta la arquitectura objetivo. Cada proyecto debe agrupar un conjunto de requerimientos.

**Competencias específicas a desarrollar por objetivo pedagógico profesional**

Al final del curso, el estudiante será capaz de:

O1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar qué es una arquitectura empresarial (AE), las dimensiones que incluye y las relaciones existentes entre ellas. En particular, debe ser capaz de explicar los términos que se manejan en la relación entre el negocio y TI.</li> </ul>	[25%]
----	---	-------

O2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir un proyecto de construcción de una EA, lo cual incluye: (a) definir el alcance de una AE, en términos de las dimensiones incluidas, el alcance empresarial, el alcance vertical y el horizonte de tiempo, (b) seleccionar un framework de trabajo y un conjunto de herramientas de apoyo, teniendo en cuenta el alcance de la AE, (c) definir los entregables de cada una de las etapas del proyecto, (d) definir la manera de validar cada uno de los entregables, (e) definir la estrategia para interactuar con la empresa y (f) identificar los riesgos del proyecto y establecer planes de mitigación.</li> <li>Hacer el análisis de la situación actual de los elementos de las arquitecturas de negocio, de información, de aplicaciones y de infraestructura tecnológica, que están dentro del alcance definido para una AE, y expresarlos con los lenguajes, formalismos y herramientas adecuados.</li> </ul>	[25%]
O4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hacer un diagnóstico de la situación actual de la organización, haciendo un análisis de las relaciones entre las distintas dimensiones, comparando la situación actual contra marcos de referencia, identificando oportunidades y riesgos, buscando puntos críticos, etc.</li> </ul>	[5%]
O5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construir en contextos controlados y pequeños una arquitectura objetivo, unas arquitecturas de transición, un mapa de ruta priorizado de proyectos y una definición macro de cada uno de los proyectos.</li> </ul>	[5%]
O8	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explicar el papel que juega la arquitectura de solución en una organización y ser capaz de diseñarla a partir de los requerimientos planteados por la arquitectura objetivo. Para esto, el estudiante debe ser capaz de identificar y expresar de manera precisa los requerimientos y, a partir de ellos, plantear una descomposición en zonas de la arquitectura de solución, usando el estilo de arquitectura orientado a servicios (SOA). A través de escenarios, el estudiante debe ser capaz de documentar su solución, teniendo en cuenta los siguientes aspectos transversales: seguridad, sincronización, composición, desempeño, heterogeneidad, monitoreo, etc.</li> <li>Explicar, sin mayor nivel de detalle, los componentes de software que participan en las soluciones que requieren las organizaciones con requerimientos complejos, entre los cuales están: ESB, BAM, ERP, CRM, ECM, motores de reglas, motores de eventos, motores de procesos, bodegas de datos, portales.</li> <li>Definir un portafolio de servicios (negocio, funcionalidad, tarea, entidad e infraestructura) para soportar la operación del negocio.</li> <li>Expresar, mediante escenarios, la implementación de un proceso de negocio, enmarcada en una arquitectura de solución, y usando los servicios del portafolio de servicios.</li> </ul>	[40%]

Información General	
Identificador	C7
Código del curso	ISIS-3425
Nombre del curso	Sistemas Empresariales
Campo de aplicación	P3. Uso de TICs en contextos específicos
Objetivo general	El objetivo de este curso es estudiar cómo los sistemas empresariales responden a las necesidades de la estrategia y procesos de negocio de una organización, propendiendo por la generación de valor a partir de TI. Este curso parte del contexto empresarial en el que el gobierno corporativo busca definir y soportar su estrategia y procesos de negocio haciendo uso de tecnologías de información.

Competencias específicas a desarrollar por objetivo pedagógico profesional		
Al final del curso, el estudiante será capaz de:		
O1	• Identificar la estrategia y los procesos empresariales, y la manera como estos pueden ser articulados mediante la implementación de sistemas empresariales.	[15%]
O2	• Comprender cómo los sistemas empresariales responden a las necesidades de la estrategia y procesos de negocio de una organización, propendiendo por la generación de valor a partir de TI.	[23%]
O4	• Identificar la estrategia y los procesos empresariales, y la manera como estos pueden ser articulados mediante la implementación de sistemas empresariales.	[15%]
O5	• Identificar qué procesos de negocio pueden ser apoyados por Sistemas Empresariales.	[8%]
O6	• Analizar el impacto y manejo organizacional necesario como consecuencia de la implementación de Sistemas Empresariales.	[23%]
O7	• Seguir etapas de desarrollo e implementación de Sistemas Empresariales.	[8%]
O8	• Justificar la implementación de Sistemas Empresariales, diseñar una estructura general del proyecto e identificar necesidades de gobierno de TI.	[8%]

Información General	
Identificador	C8
Código del curso	ISIS-2503
Nombre del curso	Arquitectura y Diseño de Software
Campo de aplicación	P4. Construcción de Soluciones de TI
Objetivo general	El propósito de este curso es desarrollar habilidades en las áreas de diseño y arquitectura de software, apoyándose en herramientas metodológicas como los estilos de arquitectura, los patrones (p.e. diseño, arquitectura) y los modelos empresariales. Igualmente, se pretende desarrollar la capacidad de usar y entender el impacto de la tecnología en la arquitectura del software.

Competencias específicas a desarrollar por objetivo pedagógico profesional		
Al final del curso, el estudiante será capaz de:		
O4	• Identificar y documentar escenarios de calidad.	[12%]
O6	• Identificar y documentar motivadores de negocio.	[3%]
O8	• Diseñar y documentar una arquitectura de software: Aplicar tácticas, estrategias y estilos.	[23%]

O9	• Aplicar patrones de diseño detallado a la solución.	[15%]
O10	• Diseñar e implementar experimentos para validar propiedades de calidad en el diseño de una solución.	[6%]
O11	• Integrar la arquitectura propuesta en un proceso de desarrollo de software.	[3%]
O13	• Construcción de prototipos para experimentación.	[15%]
O14	• Documentar una arquitectura de solución.	[15%]
O17	• Presentar y negociar una arquitectura de software con los stakeholders (involucrados).	[6%]

### Información General

Identificador	C9
Código del curso	ISIS-3510
Nombre del curso	Construcción de Aplicaciones Móviles
Campo de aplicación	P4. Construcción de Soluciones de TI
Objetivo general	<p>El objetivo de este curso es generar en el estudiante las habilidades necesarias para diseñar y construir soluciones informáticas en situaciones no convencionales, utilizando para esto un proceso de desarrollo de software específico. Se entiende por no convencional, cuando existen restricciones impuestas en una o más de las siguientes dimensiones de los ambientes de ejecución: hardware, tiempo real, almacenamiento, procesamiento, potencia, peso, interfaces, visualización y comunicaciones.</p> <p>Además de las restricciones antes planteadas, se trabaja con soluciones que requieren manejar posición, localización y movilidad como requerimientos básicos.</p>

### Competencias específicas a desarrollar por objetivo pedagógico profesional

Al final del curso, el estudiante será capaz de:

O1	• Entender el valor agregado e impacto de una solución en el contexto de los usuarios de ambientes restringidos.	[2%]
O2	• Entender el contexto de desarrollo de aplicaciones móviles desde el punto de vista técnico y de negocio	[1%]
O3	• Entender el mercado existente y los elementos diferenciadores frente al mercado objetivo	[2%]
O4	• Definir una aplicación diferenciadora teniendo en cuenta la diversidad de plataformas	[5%]
O5	• Especificar los requerimientos del proyecto, de acuerdo con las restricciones que se deben abordar	[3%]
O6	• Definir el valor agregado de una aplicación móvil para un grupo de usuarios objetivo	[3%]
O7	• Definir las etapas de desarrollo de un proyecto teniendo en cuenta restricciones tecnológicas y diversidad de ambientes objetivo.	[3%]
O8	• Diseñar una arquitectura global de solución que hace explícitos los elementos funcionales y escenarios de calidad para el producto esperado en diferentes arquitecturas de dispositivos.	[17%]
O9	• Realizar el diseño detallado de una aplicación móvil en diferentes configuraciones de dispositivos.	[12%]
O10	• Definir de manera incremental los resultados esperados para una aplicación dadas unas restricciones marco que se esperan en la solución.	[6%]
O13	• Desarrollar una aplicación móvil en iteraciones que reflejen la incorporación de las restricciones de arquitectura e infraestructura.	[35%]

O14	• Documentar el desarrollo de una aplicación móvil.	[2%]
O15	• Desplegar la aplicación en dispositivos reales, incluyendo varias plataformas.	[5%]
O17	• Presentar de manera adecuada los resultados del proyecto para un público externo al curso.	[2%]

### Información General

Identificador	C10
Código del curso	ISIS-2603
Nombre del curso	Desarrollo de Software en Equipo
Campo de aplicación	P5. Gerencia de proyectos de TI
Objetivo general	El propósito del curso, para el estudiante, es adquirir experiencia práctica a través del desarrollo de un proyecto de tamaño mediano, en grupos de cinco personas. Para esto se utiliza un proceso de entrega por etapas iterativo, apoyado en herramientas computacionales.

### Competencias específicas a desarrollar por objetivo pedagógico profesional

Al final del curso, el estudiante será capaz de:

O3	• Explicar las distintas etapas de un proceso de desarrollo de software y sus objetivos.	[9%]
O4	• Analizar los requerimientos de un producto de software de tamaño mediano.	[15%]
O5	• Planificar un proyecto de desarrollo de software global y semanalmente.	[10%]
O6	• Identificar y hacer seguimiento a los riesgos de un proyecto de desarrollo de software.	[10%]
O7	• Realizar seguimiento a la planeación de un proyecto de desarrollo de software.	[6%]
O9	• Construir diseños de un producto de software de tamaño mediano.	[15%]
O10	• Construir pruebas de diferentes tipo para un producto de software de tamaño mediano.	[10%]
O13	• Implementar y validar un producto de software de tamaño mediano.	[15%]
O17	• Negociar los planes diseñados dentro del contexto de un proyecto de desarrollo de software.	[4%]
O18	• Recolectar datos para efectuar el seguimiento del proceso de construcción de un producto de software.	[6%]



[sistemas.uniandes.edu.co](http://sistemas.uniandes.edu.co)

