

De las competencias a los objetivos educativos

Hans Peter Christensen¹

Traducción: Jorge Alveniz Ospina

Revisión de estilo: Guillermo Restrepo y Rafael Mendoza

1. Qué aprender

En la educación para ingeniería el estudiante debería adquirir *competencia en ingeniería*. Esto es lo que usted necesita para hacer ingeniería.

2. Las ciencias de la Ingeniería (Engineering Science).

Un día de trabajo de los ingenieros implica un 80% de “ar” (administrar, planear, comunicar, diseñar, escuchar, persuadir, vender, etc.) y solamente un 20% de “ica” (matemática, física, dinámica, electrónica, etc.) (Matthew and Hughes 1994).

Las ciencias de la ingeniería pueden definirse como “*desarrollo y gestión tecnológica*”. La característica principal de la tecnología consiste en que se relaciona con *artefactos* y al mismo tiempo *interactúa con la sociedad*.

Artefactos² son objetos artificiales creados por el hombre. Esta es la diferencia crítica entre la ingeniería y las ciencias naturales. Las ciencias naturales se relacionan con la naturaleza existente, pero los artefactos son creaciones humanas, caracterizadas por la *dualidad*: Los artefactos tienen una estructura física o lógica y una función técnica. El propósito de un puente no es “Evitar que colapse”, la estructura física solo es una precondición para que el puente cumpla con su verdadero propósito: permitir el paso de un lado al otro.

La función técnica es la que lo convierte en tecnología. La ingeniería es *intencional*: hay un propósito, cualquiera que sea. La principal razón de ser de la tecnología es una necesidad social externa (Kuhn 1996 p. 19). Para dominar las ciencias de la ingeniería no es suficiente dominar la solución de problemas técnicos; usted debería dominar también tareas más cualitativas como el análisis de las condiciones preliminares para la acción y predicción de las consecuencias.

La ingeniería es intencional está estrechamente conectada al hecho de que la tecnología interactúa con la sociedad, lo que significa que las ciencias de la ingeniería tiene una dimensión *ética* (en contraste con las ciencias naturales – la naturaleza por sí misma nunca puede clasificarse como buena o mala; Solamente la manera en que pueda explotarse. El asunto es que Las armas no matan, las personas matan; pero las armas son construidas para matar; su función técnica es matar.

Las ciencias de la ingeniería necesita, como se muestra en la figura 1, un fundamento teórico de 4 pilares: Las ciencias **naturales** son las bases reales del mundo real para desarrollar artefactos físicos usando las matemáticas y herramientas lógicas de las ciencias

¹ Danmarks Tekniske Universitet, Dinamarca.

² From Latin ‘arte’: Art + ‘factum’: Created = “created by art”.

formales, que son a su vez la base para los artefactos basados en sistemas como los programas de computador. Las ciencias **humanas** son necesarias para optimizar la interfaz entre los artefactos y los usuarios; y para administrar la tecnología usted necesita las ciencias **sociales** para definir las necesidades, calcular el costo, estimar las consecuencias para la sociedad y analizar los asuntos éticos.

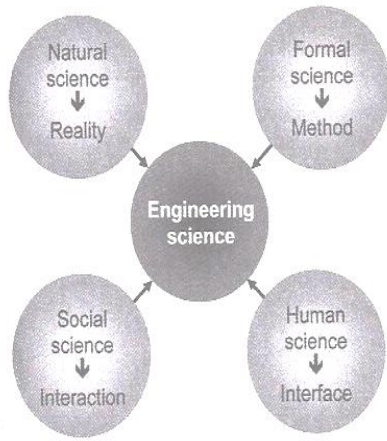


Figure 1: The four founding sciences

Figura 1. Las 4 ciencias básicas

Pero, las ciencias de la ingeniería se construyen sobre la teoría y la práctica: Originalmente, la ingeniería fue un arte muy práctico (no estaban basados en matemáticas ni en física); los acueductos romanos fueron construidos sin cálculos teóricos sofisticados. Lo anterior es importante tenerlo en cuenta cuando se están diseñando la educación y la enseñanza en ingeniería.

La sinergia de las ciencias básicas, las ciencias aplicadas y la práctica forman una nueva ciencia, diferente a la suma de todas. El objetivo de las ciencias de la ingeniería no es buscar la verdad, el sentido o buscar explicaciones como lo hacen las ciencias básicas; pero su objetivo si es buscar la usabilidad aceptable en los campos políticos, económicos y éticos.

En la figura 2 se muestra un ejemplo de un campo de la ingeniería (Tecnología de la información) con algunas de las ciencias tanto básicas como aplicadas y las tecnologías involucradas.

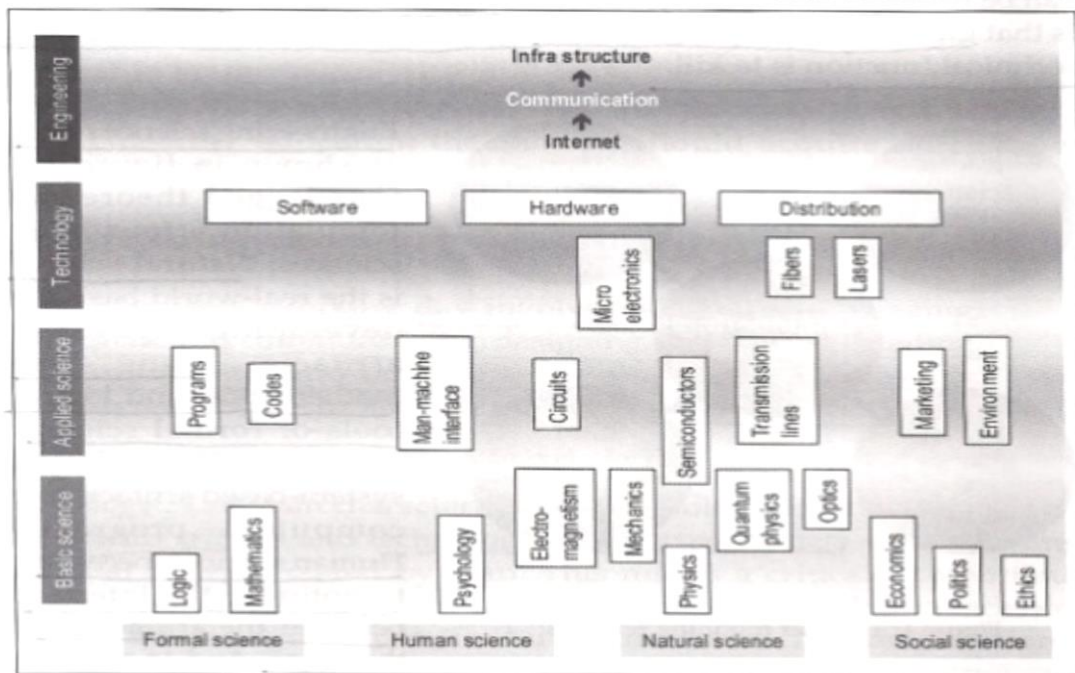


Figure 2: Example of a field of engineering

Figura 2. Ejemplo de un campo de Ingeniería

Pero hay más en la ingeniería que tener una definición de la tecnología. Para desarrollar y gestionar la tecnología se requieren competencias especiales.

1.2 Competencia

Competencia puede tener muchos y diferentes significados especiales, pero en el campo educativo es usada para declarar que usted tiene una competencia, si usted es competente para hacer algo (realizar una tarea asignada). Pero todavía pueden darse dos significados: tener la habilidad para dominar algo o estar certificado para hacerlo. Es el primer significado el que es relevante aquí. Competencia tiene que ver con lo que se puede hacer en lugar de lo que se sabe. Pero no es una simple habilidad, es una capacidad mucho más amplia. La calificación es una precondition necesaria para hacer algo, competencia es dominarlo.

La competencia es a menudo descrita desde diferentes dimensiones – Por ejemplo los tres siguientes: *Conocimiento, habilidad y actitud*.

- La dimensión del **conocimiento** va desde conocer hechos específicos no relacionados hasta tener un conocimiento holístico y abstracto.
- La dimensión de las **habilidades** va desde ser capaz de seguir guías simples a tener la capacidad para resolver problemas complejos, por ejemplo, combinar, adaptar y desarrollar acciones para aplicaciones imprevistas y desconocidas. La dimensión de las habilidades no es solo la capacidad para hacer, sino también tener un sano escepticismo sobre lo que se sabe y lo que se ha dicho (Wiske 1998 p. 172).
- La dimensión de la **actitud** va desde estar abierto a nuevos fenómenos para construir un punto de vista global del mundo, esto se consigue evaluando y relacionando conceptos abstractos (Krathwohl, Bloom and Masia 1964). Biggs (2003 p. 41f) describe paralelamente que la competencia (conocimiento en su terminología) viene en varias formas como se ilustra en la figura 3.

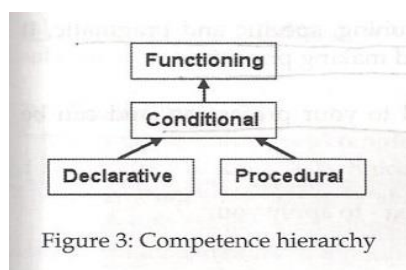


Figura 3. Jerarquía de competencias

- **Declarativo** o proposicional, conocimiento que se refiere a saber acerca de las cosas, el saber qué.
- El conocimiento **procedimental** está basado en la habilidad sin el conocimiento del por qué. Es una cuestión de seguir las secuencias y acciones correctas - sabiendo qué hacer y cómo hacerlo.
- El conocimiento **condicional** incluye ambos, el conocimiento procedimental y el declarativo y que uno sabe, cuándo, por qué, y bajo qué condiciones, uno podría hacer esto, en vez de aquello.

- El conocimiento **funcional** se basa en la idea de los desempeños de comprensión. La competencia funcional puede ser vista como la amplia competencia obtenida por poner el conocimiento (competencia declarativa) y habilidades (competencias de procedimiento) para trabajar bajo la orientación de las actitudes (competencia condicional).

Competencias genéricas, también llamadas personales, generales o incluso competencias blandas, son las que todos deberíamos poseer para funcionar en la sociedad moderna. Las competencias genéricas más comunes son la habilidad para trabajar de forma independiente, participar en grupos de trabajo, comunicar, hacer presentaciones claras, etc. Pero otras competencias genéricas como la habilidad para aprender (“Aprendizaje a lo largo de la vida”) y ser flexible (“globalización”) están tomando gran importancia.

Linhardt, Young and Merriman (1995) hace la diferenciación entre conocimiento “universitario” y conocimiento “profesional”:

Conocimiento universitario es declarativo, abstracto y conceptual. Tiene que ver con el etiquetado, la diferenciación, la elaboración y justificación.

Conocimiento profesional es funcional, específico y pragmático. Tiene que ver con la ejecución, aplicación y priorización.

Las competencias profesionales están relacionadas con su profesión y puede ser definida de la siguiente forma:

La habilidad, en un contexto dado, para aplicar

Conocimiento

Habilidades

Actitudes

Para analizar y resolver problemas relevantes del mundo real

Lo que se debe resaltar acá es que la competencia está asociada con la habilidad para hacer algo práctico en relación a una profesión.

Cuando trasladamos la competencia profesional a la competencia específica de la ingeniería, la pregunta es qué tipo de conocimiento, habilidades y actitudes son necesarias. Sin embargo, no son los elementos los que definen la competencia, más bien es el resultado de la interacción entre el conocimiento y las habilidades en una aplicación, bajo el gobierno de las actitudes. Por consiguiente, la competencia de ingeniería no se puede definir directamente a lo largo de las diferentes dimensiones, pero sí de una manera más general.

Competencias en ingeniería

No hay casi nadie, que se opondrá a la afirmación de que el resultado de la enseñanza de la ingeniería debe tener la capacidad integral para hacer frente a la vida real, a las tareas complejas, mal definidas e inciertas. "Tareas" están aquí para ser entendidas en un sentido muy amplio, que incluye tanto la resolución de problemas en un sentido más estricto, el diseño y desarrollo de nuevos artefactos, la implementación de nuevas tecnologías, etc. (Manifiesto de los participantes en *the John Bowden workshop* en desarrollo curricular de DTU en octubre 9 y 10 del 2003).

Basados en la discusión de la ciencia de la ingeniería, una sugerencia para las competencias generales en ingeniería, las cuales se enfocan en la resolución de problemas, podría ser:

La habilidad de

- Analizar problemas complejos, abiertos, imprevistos y pobremente definidos.
- Reducir los problemas técnicos de fácil solución.
- Estimar el resultado y manejar una alta incertidumbre.
- Diseñar soluciones creativas e innovadoras.
- Evaluar la calidad y limitaciones de las soluciones.
- Satisfacer las demandas y expectativas de los empleadores, clientes y sociedad.
- Respetar los estándares y ética profesional.

En los apéndices 1 y 2 se dan dos ejemplos con definiciones más detalladas de competencias en ingeniería. El primero es usado en acreditación. El segundo es un plan de estudios para una metodología de enseñanza especial. Estas definiciones explícitas incluyen competencias genéricas como las habilidades comunicativas y el trabajo en equipo, etc. En la definición general anterior, no se expresa claramente que las competencias genéricas son medios y no objetivos finales para la ingeniería. Pero de forma implícita están presentes; no sería posible obtener las capacidades señaladas sin ellas. Las matemáticas, la física y los conocimientos técnicos pertinentes y las habilidades se encuentran también implícitas en la definición anterior.

La competencia que queremos que nuestros estudiantes adquieran tiene una configuración educativa para ser transferidas como objetivos de aprendizaje.

1.3 Objetivos de aprendizaje

La razón más convincente para el uso de fines y objetivos es que obliga a los docentes a hacer explícitas las intenciones para el aprendizaje de los estudiantes. Tiene que existir una justificación educativa definida para cada actividad, cada pieza de contenido que se presenta en un curso (Ramsden 2003 p. 128).

Los objetivos de aprendizaje pueden ser establecidos como objetivos de desempeño (objetivos finales que describen acciones observables) y como objetivos de desarrollo (es decir, enfocados en el proceso de aprendizaje).

Objetivos de desempeño

Muchos - especialmente dentro de la comunidad de la ingeniería - fuertemente recomiendan los objetivos de aprendizaje de desempeño. Ellos tienen la clara ventaja de ser observables directamente, y de esta manera, fáciles de evaluar y, por tanto, dan motivación directa a los alumnos para estudiar y aprender. Richard Felder (Felder and Brent 2001) llama a estos objetivos instruccionales y dice que tienen la forma:

Al final de este curso el alumno deberá ser capaz de ***
Donde *** es una frase que empieza con una **Palabra de acción** (e.g., *listar, calcular, estimar, describir; explicar, predecir, modelar, optimizar,...*).

Ver ejemplos al final del capítulo.

Objetivos como el estudiante sabe/aprende/aprecia son objetivos importantes, pero no son directamente observables y, por tanto, no son objetivos instruccionales.

Ejemplos generales de objetivos instruccionales pueden ser vistos en Felder and Brent (1997, 2004). Algunos objetivos instruccionales específicos adaptados al ABET³ Engineering Criteria 2000 son dados en Felder and Brent (2003).

Taxonomía

Al establecer los objetivos de aprendizaje de competencia es muy importante especificar el nivel. La taxonomía más ampliamente utilizada es la de **Bloom** (Bloom et al. 1956) con 6 niveles:

1. Conocimiento
2. Comprensión
3. Aplicación
4. Análisis
5. Síntesis
6. Evaluación

Las tres últimas categorías de la taxonomía de Bloom, síntesis, análisis y evaluación, se referencian a menudo como las habilidades de pensamiento de más alto nivel de Bloom.

La taxonomía de Bloom ha sido muy debatida y existen problemas en la interpretación de los diferentes niveles. Un problema se refiere a los niveles 2 y 3. ¿Puede una persona comprender algo sin ser capaz de aplicarlo? ¿O es la comprensión algo más que la capacidad?; Wiske (1998 p. 40f) escribe que la comprensión es la capacidad de pensar y actuar flexiblemente frente a lo que se conoce, por ejemplo, para desempeñarse en un dominio diferente al que se ha aprendido. Entender significa ni más ni menos que ser capaz de ser flexible. La capacidad de desempeño flexible es el entendimiento. *Die Anwendung bleibt ein Kriterium des Verständnisses* (Ludwig Wittgenstein 1947, 146).

Otro problema concierne a los niveles 4 y 5. En la ingeniería, la síntesis se considera a menudo sólo para ser lo contrario del análisis: En los análisis se toman las cosas separadas; en la síntesis se ponen juntas, realmente no hay diferencia de nivel. BrØdslev Olsen (1993) da esta práctica interpretación de Bloom:

- **Conocimiento** (repitiendo de memoria): Recordando a través del reconocimiento o recuerdo. Incluye recordar todo desde los hechos a las teorías.
- **Comprensión** (demostrar entendimiento de los términos y conceptos): Ser capaz de aplicar la teoría en el contexto en el que se aprende.
- **Aplicación** (aplicar la información aprendida para resolver un problema): Ser capaz de seleccionar y aplicar con flexibilidad la teoría en un nuevo dominio.

³ Accreditation Board for Engineering and Technology (USA).

- **Análisis** (desglosando cosas en sus elementos): Formulación de explicaciones teóricas o modelos matemáticos o lógicos de los fenómenos observados. Conexiones y principios de organización.
- **Síntesis** (crear algo, que combina elementos de modos novedosos): Creación de un conocimiento no presente antes. Este conocimiento puede ser una teoría o un procedimiento.
- **Evaluación** (escogiendo entre diferentes alternativas y justificando la elección, usando los criterios especificados): Juicio crítico; discutir ideas y teorías en función (de acuerdo) a su coherencia interna y / o su aplicabilidad con respecto a un determinado objetivo.

Palabras de acción, como se muestran en el Apéndice 3, son clasificadas de acuerdo con Bloom.

Los objetos de aprendizaje instruccionales son *conductistas* por naturaleza, es decir, en relación con la teoría psicológica denominada conductismo, donde usted está solamente interesado en la conducta observable.

Los objetivos de aprendizaje conductistas pueden ser perfectos para describir la competencia final de ingeniería y un buen punto de partida a la hora de pensar y escribir sobre los objetos de aprendizaje. Son relativamente fáciles de escribir y fácil para que los estudiantes entiendan. Sin embargo, la mayoría de la gente ahora piensa que observando el comportamiento no se tiene la historia completa (Christensen 2005).

Si el conductismo trata al organismo como una caja negra, la teoría cognitiva afirma que hay más para aprender que el comportamiento observado y reconoce la importancia de la mente en dar sentido a todo lo presentado. El constructivismo sugiere que el alumno es mucho más activo en la creación de nuevos significados. Constructivistas cognitivos ven el aprendizaje como el proceso de ajustar nuestros modelos mentales al mundo real. Con el fin de enseñar bien, debemos entender los modelos mentales que los estudiantes utilizan para percibir el mundo y las suposiciones que se hacen para apoyar esos modelos.

Para tal fin existen taxonomías que reflejan el proceso de aprendizaje mejor que la taxonomía de Bloom. Una de las más conocidas es la taxonomía de la estructura de los resultados de aprendizaje observados (SOLO) (Biggs y Collis 1982, Biggs, 2003).

La taxonomía SOLO describe los resultados del aprendizaje de 5 niveles en dos grupos (fases):

Fase cuantitativa - La cantidad de detalle aumenta

1. **Prestructural:** Yo no sé nada.
2. **Uniestructural:** Sé una cosa. Concreto, comprensión minimalista de un área.

Se concentra sobre un solo concepto en un caso complejo. Palabras de acción correspondientes: nombrar - Memorizar - Hacer procedimiento simple.


3.  **Multiestructural:** Sé un montón de cosas.

Indica la comprensión de los límites, pero no de los sistemas. Comprensión de varios componentes, pero el entendimiento de cada uno es discreta. Palabras de acción correspondiente: Enumerar - Clasificar - Describir - Listar - Combinar – Hacer algoritmos.

Fase cualitativa - Los detalles se integran en un modelo estructural.

4.  **Relacional:** Puedo explicar por qué.

Muestra la conexión entre los hechos y la teoría, acción y propósito. Entendimiento de los diversos componentes que se integran conceptualmente. Se puede aplicar el concepto a problemas familiares o las situaciones de trabajo. Palabras de acción correspondiente: Comparar - Explicar las causas - Integrar - Analizar - Relacionar - Aplicar.

5.  **Resumen extendido:** Puedo explicar por qué de diferentes maneras.

Conceptualiza a un nivel que se extiende más allá de lo que se ha tratado en la enseñanza actual. Puede generalizarse a una nueva área. Palabras de acción correspondiente: Teorizar, Generalizar, hipotetizar, Planear, Estimar, Generar, Evaluar.

La taxonomía SOLO no está exenta de problemas. En primer lugar, el nivel pre-estructural donde se supone no saber nada no existe, usted siempre tienen algún tipo de pre-entendimiento y no es realmente importante si usted sabe más bits de conocimiento, lo que importa es si usted sabe los hechos no relacionados o ha conectado hechos.

Una taxonomía más simple puede ser extraída desde el enfoque ICE para la evaluación y el aprendizaje (Young y Wilson 2000 p. 3f):

1. Las **Ideas** son los componentes básicos de aprendizaje y se ponen de manifiesto cuando los estudiantes transmiten:
 - Los fundamentos y hechos básicos.
 - Vocabulario y definiciones.
2. Se producen las **Conexiones**, cuando los alumnos son capaces de establecer y articular relaciones entre los elementos individuales de los fundamentales. Las conexiones se realizan cuando los estudiantes demuestran:
 - La relación o conexión entre los conceptos básicos.
 - Una relación o conexión entre lo aprendido y lo que ya saben.
3. Se producen **Extensiones**, cuando los estudiantes ya no realizan conexiones conscientes entre los bits o incluso sus propias experiencias. Los estudiantes parecen interiorizar el aprendizaje en un grado tal que es la base para la interpretación inconsciente de nuevo aprendizaje. Las extensiones se ponen de manifiesto cuando los estudiantes:

- Utilizan su nuevo aprendizaje de formas novedosas, aparte de la situación inicial de aprendizaje.
- Hacen y responden a la pregunta: Entonces, ¿qué significa esto realmente?

Los tres niveles del ICE corresponden a los niveles 3-5 de SOLO, y son descritos de una manera muy constructivista y cognitiva; son un reflejo de la forma como crece el entendimiento conceptual desde el simple preconocimiento a través del aprendizaje sencillo (asimilación - aumentar su conocimiento y ampliar así su modelo de entendimiento) y un último cambio conceptual (acomodación - haciendo cambios fundamentales a su modelo de entendimiento con el fin de hacerlo coincidir con el nuevo conocimiento). De esta manera, los niveles también son fáciles de relacionarse con los objetivos de desarrollo.

Objetivos de desarrollo

No es importante lo que un graduado puede, más bien el potencial que él/ella tiene para ser capaz de ...

Los objetivos no tienen que consistir en las cosas que los estudiantes “se observa que hacen”, como algunos defensores de objetivos conductistas tratarían de hacernos creer. Es bastante aceptable pensar directamente acerca de los conceptos que un estudiante debería entender (Ramsden 2003 p. 125).

Tanto como monitorear el proceso de aprendizaje de los objetivos también es importante los objetivos de *no realización* (no-conductistas), porque debemos esforzarnos por una comprensión que vaya más allá de la aplicación en el dominio en el que se imparte la asignatura y que normalmente no será posible demostrar al final de un curso, ¡Toma tiempo aprender!

Los objetivos de desarrollo tienen que ver con los modelos y métodos de desarrollo del estudiante y su entendimiento conceptual. Debemos indagar cuál etapa del proceso de aprendizaje constructivo ha alcanzado el estudiante. Los objetivos del desarrollo son un complemento a los objetivos de desempeño y son importantes para la reflexión del profesor sobre cómo estructurar una secuencia de enseñanza con el fin de apoyar el proceso de aprendizaje del estudiante.

Un ejemplo de un objetivo de aprendizaje desarrollista podría ser: *el estudiante debería saber la diferencia entre el significado de trabajo en el sentido común y la forma como se define trabajo en la física* - es decir, el alumno debe "des-aprender" falsos preconceptos para obtener un punto de partida firme en la construcción de un nuevo entendimiento. La mejor forma de evaluar el proceso de aprendizaje de los estudiantes es analizar las respuestas falsas en un cuestionario. De esta manera, usted puede ver lo lejos que están en el proceso de construcción de un nuevo entendimiento.

2. Ejemplo

A modo de ejemplo se muestra la traducción desde las competencias generales de ingeniería a los objetivos de aprendizaje de desempeño específicos para una lección sobre filtros electrónicos.

Las palabras de acción están codificadas según la taxonomía ICE: 1 = Ideas; 2 = Conexiones; 3 = Extensiones.

Ingeniería

El estudiante debe ser capaz de:

- Analizar** (2) problemas mal definidos, complejos e imprevistos.
- Reducir** (3) para solucionar problemas técnicos.
- Estimar** (3) resultados y manejo (3) con alta incertidumbre.
- Diseñar** (2) soluciones creativas e innovadoras.
- Evaluar** (3) la calidad y las limitaciones de las soluciones.
- Satisfacer** (3) las demandas y expectativas de los empleadores, clientes y sociedad.
- Respetar** (3) normas y ética profesional.

Ingeniería Eléctrica (IE)

El estudiante debe ser capaz de

- Analizar** (2) problemas relacionados con la IE y decidir (3) si es apropiada una solución técnica.
- Reducir** (3) a un problema solucionable mediante los métodos de IE y configurar (2) Especificaciones.
- Modelar** (2) una solución y estimar (3) el resultado.
- Diseñar** (2) una solución que cumple con las especificaciones.
- Evaluar** (3) calidad, limitaciones, riesgos, impacto en la sociedad y el medio ambiente.
- Aplicar** (2) las regulaciones internacionales para IE.

Programa de estudios en sistemas electrónicos

El estudiante debe ser capaz de:

- Analizar** (2) los requisitos para un sistema electrónico y configurar (2) las Especificaciones
- Modelar** (2) un sistema electrónico y estimar (3) la calidad y las limitaciones
- Descomponer** (2) un sistema electrónico en bloques operacionales.
- Diseñar** (2), simular (2) y evaluar (3) el desempeño de un sistema electrónico.
- Aplicar** (2) las regulaciones internacionales para los sistemas electrónicos.
- Realizar** (2) un análisis del ciclo de vida y evaluar (3) el impacto en la sociedad y el medio ambiente.

Curso de tratamiento de señales

El estudiante debe ser capaz de:

Analizar (2) un problema de procesamiento de señales y configurar (2) las especificaciones de interfaz (la interfaz de especificaciones).

Modelar (2) un sistema de procesamiento de la señal.

Seleccionar (3) procesamiento (digital / analógica) y la aplicación de métodos (hardware / software).

Diseñar (2) y simular (2) un sistema de procesamiento de las señales.

Lección de filtros electrónicos

El estudiante debe ser capaz de:

Definir (1) el concepto de filtro ideal.

Describir (1) las malas características del filtro ideal.

Calcular (1) la respuesta de impulso de un filtro ideal.

Analizar (2) una respuesta de frecuencia dada para determinar si el sistema es físicamente realizable.

Diseñar (2) Filtros físicos que son aproximaciones a filtros ideales.

3. Apéndices

Apéndice 1

De Engineering Criteria 2000 de la agencia de acreditación americana ABET Criterio 3 resultados.

Los programas deben demostrar que sus graduados tienen:

- a. Capacidad de aplicar los conocimientos de matemáticas, ciencia e ingeniería.
- b. Capacidad para diseñar y realizar experimentos, analizar e interpretar los datos.
- c. Capacidad de diseñar un sistema, componente o proceso para satisfacer las necesidades deseadas.
- d. Capacidad de trabajar en equipos multidisciplinarios.
- e. Capacidad para identificar, formular y resolver los problemas de ingeniería.
- f. Comprensión de la responsabilidad profesional y ética.
- g. Capacidad de comunicarse de manera efectiva.
- h. Amplio estudio necesario para entender el impacto de las soluciones de ingeniería en un contexto global y social.
- i. Reconocimiento de la necesidad y la capacidad de participar en el aprendizaje permanente.
- j. Conocimiento de temas contemporáneos.
- k. Capacidad de utilizar las técnicas, habilidades y herramientas modernas de ingeniería necesarias para la práctica de la ingeniería.

Apéndice 2

De la iniciativa CDIO (Conceive-Design-Implement-Operate).

El CDIO Syllabus en forma condensada.

1. El conocimiento técnico y el razonamiento:

- Conocimiento de las ciencias fundamentales.
- Conocimientos fundamentales básicos de Ingeniería.
- Conocimientos fundamentales avanzados de ingeniería.

2. Habilidades y atributos personales y profesionales:

- Ingeniería de razonamiento y solución de problemas.
- Experimentación y descubrimiento de conocimiento.
- El pensamiento sistémico.
- Habilidades personales y actitudes.

3. Habilidades interpersonales: Trabajo en equipo y comunicación:

- Trabajo en equipo.
- Comunicación.
- Comunicación en lenguas extranjeras.

4. Concebir, diseñar, implementar y operar sistemas en la empresa y en el contexto social:

- Contexto externo y social
- Contexto de la Empresa y los negocios.
- Concebimiento y Sistemas de ingeniería.
- Diseñar.
- Implementar.
- Operar.

Para más detalles visite la página web: www.cdio.org

Apéndice 3

Conocimiento	Comprensión	Aplicación	Análisis	Síntesis	Evaluación
Describir	Aclarar	Aplicar	Analizar	Adaptar	Aprobar
Identificar	Demostrar	Calcular	Descomponer	Combinar	Evaluar
Listar	Elaborar	Codificar	Categorizar	Crear	Decidir
Localizar	Explicar	Modificar	Clasificar	Diseñar	Discutir
Nombrar	Generalizar	Revisar	Delinear	Iniciar	Estimar
Citar	Inferir	Resolver	Diagramar	Inventar	Evaluar
Evocar	Interpretar		Distinguir	Modelar	Examinar
Reconocer	Parafrasear		Organizar	Establecer	juzgar
Declarar	Traducir		Esbozar	Sintetizar	Priorizar
			Reducir		Seleccionar
			Simular		Validar

4. Referencias Bibliográficas

- Biggs, J.B. (2003): Teaching for Quality Learning at University, 2nd Edition, The Society for Research into Higher Education & Open University Press
- Biggs, J.B. and Collis, K. (1982): Evaluating the Quality of Learning: the SOLO taxonomy, Academic Press
- Bloom, B., Englehart, M., Furst, E., Hill, W. and Krathwohl, D. (1956): Taxonomy of Educational Objectives. The Classification of Educational Goals. Handbook 1: Cognitive Domain, McKay
- Brodslev Olsen (1993): Kreativ voksenindlæring, Aalborg Universitetsforlag (in Danish)
- Christensen, H.P. (2005): At the crossroad between behaviourism and cognitive constructivism, SEFI Annual Conference, September 7th - 9th, Ankara, Turkey
- Felder, R.M. and Brent, R. (1997): Objectively Speaking, Chemical Engineering Education 31,178-179
- Felder, R.M. and Brent, R. (2001): Notes from workshop on Efficient University Teaching, DTU
- Felder, R.M. and Brent, R. (2003): Designing and Teaching Courses to Satisfy the ABET Engineering Criteria, Journal of Engineering Education 92, 7-25
- Felder, R.M. and Brent, R. (2004): The ABC's of Engineering Education: ABET, Bloom's taxonomy, cooperative learning, and so on, Proceedings of the 2004 ASEE Annual Conference & Exposition
- Krathwohl, D.R., Bloom, B.S. and Masia B.B. (1964): Taxonomy of educational objectives, Book 2: Affective domain, Longman
- Kuhn, T.S. (1996): The Structure of Scientific Revolutions, 3rd Edition, The University of Chicago Press (1st Edition 1962)
- Matthew, R.G.S. and Hughes, D.C (1994): Getting a deep learning: a problem-based approach, Engineering Science and Educational Journal, October, 234-240
- Ramsden, P. (2003): Learning to Teach in Higher Education, 2nd Edition, RoutledgeFalmer
- Wiske, M.S. ed. (1998): Teaching for Understanding - Linking Research with Practice, Jossey-Bass
- Wittgenstein, L. (1947): Philosophische Untersuchungen
- Young, S.F. and Wilson, R.J. (2000): Assessment and Learning: The ICE approach, Portage & Main Press