

## Desarrollo de competencias en las ciencias básicas en currículos de ingeniería

D. Rodríguez Martín<sup>1</sup>, D. Mena Romero<sup>1</sup>, C. Rubio Atoche<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Ingeniería Química  
Periférico Norte Km. 33.5, Tablaje Catastral 13615,  
Colonia Chuburná de Hidalgo Inn, C.P. 97203.  
e-mail: mmartin@uady.mx

### Resumen

El principal compromiso de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Yucatán es formar ingenieros de calidad, capaces de desempeñarse exitosamente tanto en el campo laboral como en investigación y docencia. Se requieren entonces planes y programas de estudio acordes a las necesidades del mundo actual. Las asignaturas de Ciencias Básicas inician la formación del alumno con herramientas adecuadas desarrollando además cualidades importantes de los profesionales de ingeniería. En la revisión continua de planes y programas de estudio, se plantea un análisis de objetivos de los programas de Ciencias Básicas, evaluando desde una dimensión técnica y ética las cualidades a desarrollar en los alumnos. En este trabajo, teniendo como punto de partida el programa de la asignatura Mecánica Clásica, se adaptó éste al enfoque de competencias haciendo el análisis y selección de las competencias genéricas a desarrollar. Se elaboraron la descripción y parámetros de los indicadores de proceso y resultados de las competencias genéricas seleccionadas y de una específica correspondiente a una unidad. Se incluyeron los conocimientos y las habilidades a adquirir ordenados en la secuencia que se consideró idónea para desarrollar la competencia correspondiente, así como las actitudes que se quieren fomentar en ésta unidad.

**Palabras clave:** Ciencias básicas, Competencia, Mecánica Clásica, Parámetros, Indicadores

### Abstract

The main commitment of the Faculty of Chemical Engineering of the Autonomous University of Yucatan is to train quality engineers, able to evolve successful in both the workplace and in research and teaching. Then, plans and training programs are required in agreement to the needs of the present world. The Basic Sciences initiate the formation of the student with suitable tools developing in addition important qualities of the professionals of engineering. In the constant review of plans and programs of study, there appears an analysis of aims of the programs of Basic Sciences, evaluating from a technical and ethical dimension the qualities to developing in the students. In this work, taking as a point of item the program of the Classical Mechanics, it was adapted to the approach of competitions doing the analysis and selection of the generic competences to developing. There were elaborated description and parameters of the process indicators and results of the generic selected competences and of an specific correspondent to one unit. Knowledge and skills were included in the sequence that was considered to be suitable to develop the corresponding competence, as well as the attitudes that want to promote in this one unit.

**Key words:** Basic Sciences, Competence, Classical Mechanics, Parameters, Indicators

### Introducción

Una competencia es una combinación interrelacionada de destrezas cognitivas y prácticas, conocimientos, motivación, valores, actitudes, emociones y otras componentes que juntas pueden ser movilizadas para lograr una acción efectiva en un contexto particular (Pinilla, 2005). Una clasificación empleada en el ámbito universitario, de acuerdo al proyecto Tunning para América Latina (Delgado García, Borge Bravo, García Albero, Oliver Cuello, & Salomón Sancho, 2005) se muestra en la Tabla 1.

Tipos de Competencia	Definiciones
<b>Transversales</b>	<b>Compartidas por todas las materias o ámbitos de conocimiento; también conocidas como competencias genéricas.</b>
Instrumentales :	Miden capacidades y formación del egresado; son un medio para obtener un determinado fin. Capacidades de análisis y síntesis, de organización y planificación, comunicación oral y escrita en la propia lengua. Incluyen habilidades de manejo de computadoras, gestión de información, resolución de problemas y toma de decisiones.
Personales:	Habilidades de relación social e integración en distintos colectivos y capacidad de trabajar en equipos específicos y multidisciplinarios. Capacidad de crítica y autocrítica, comunicación con expertos de otras áreas, trabajo en equipo, apreciación de la diversidad y multiculturalidad, habilidad para trabajar en un contexto internacional y compromiso ético.
Sistémicas:	Asociadas a comprensión total de un sistema y cualidades individuales tales como capacidades para aplicar conocimientos en la práctica, aprender, adaptarse a nuevas situaciones, generar nuevas ideas (creatividad), diseño y gestión de proyectos, liderazgo; habilidad de investigar, de trabajo autónomo, motivación hacia el logro y preocupación por la calidad.
<b>Específicas:</b>	<b>Relacionadas con disciplinas concretas y con los conocimientos.</b>
Académicas:	Se refieren a los conocimientos teóricos de la disciplina (conocer).
Disciplinares:	Conocimientos prácticos requeridos en cada sector profesional (hacer).
Profesionales:	Habilidades de comunicación e investigación aplicadas al ejercicio de una profesión (saber-hacer).

**Tabla 1.** Definición de los distintos tipos de competencias empleadas en el ámbito universitario.

### Metodología

La misión de las Ciencias Básicas en Ingeniería es coadyuvar a la formación integral de los alumnos, proporcionando conocimientos de matemáticas, física y química necesarios para continuar en forma exitosa sus estudios de licenciatura; y, de manera transversal, colaborar en inculcarles habilidades de razonamiento, valores éticos, conciencia social y ecológica, espíritu crítico, liderazgo y deseos de aprender de manera permanente por sí mismos; fomentar el trabajo en equipo, la adquisición de aptitudes, actitudes y valores para ser agentes promotores de cambio y beneficio social. Conforme al planteamiento de las competencias genéricas que se espera desarrollen los alumnos de ingeniería en las asignaturas básicas, se promueve el fomento a la capacidad de análisis y síntesis que se manifiesta en el saber plantear y resolver problemas utilizando los conocimientos obtenidos en el programa de estudios. Al desarrollar la capacidad anterior se promueven habilidades cognoscitivas y capacidades metodológicas que permiten a los estudiantes tener un pensamiento capaz de comprender y manipular ideas para la correcta toma de decisiones en los problemas de aplicación que se plantean a este nivel y que representan un ensayo de la problemática a la que se enfrentarán en la vida laboral. Gómez (2002) propone tres metodologías para realizar trabajo por competencias que son:

*Trabajo por proyectos:* A partir de una situación problema se desarrollan procesos de aprendizaje y construcción de conocimiento, vinculados al mundo exterior y al contexto. Realza la importancia del aprendizaje autónomo. Los proyectos son de carácter interdisciplinario, con el propósito de que los alumnos busquen y relacionen conocimientos no discutidos en clase.

*Resolución de problemas:* Permite activar, promover y valorar los procesos cognitivos cuando los problemas y tareas se diseñan creativamente.

*Fomento de habilidades de colaboración:* Son el trabajo de equipo y aprendizaje colaborativo. Con evaluaciones continuas, comunicación efectiva entre los integrantes y esquemas de co-evaluación se fomentan habilidades sociales como la solución de conflictos, colaboración, responsabilidad y cultura de trabajo.

La asignatura tratada en este trabajo como referente, impartida en el tronco común de todas las ingenierías es *Mecánica Clásica (Física II)*. Los autores la eligieron para hacer una primera adaptación del programa de una asignatura de ciencias básicas al enfoque de competencias debido a la característica integradora de la Física en este nivel, a saber, además de los conceptos físicos, requiere el uso intensivo de las Matemáticas. Las herramientas matemáticas se utilizan y refuerzan en el manejo de las leyes que rigen el movimiento. Se analizó el programa de la asignatura y las competencias específicas y genéricas incluidas. Se procedió a la selección de las genéricas (Tabla 3), y de las específicas se eligió trabajar con una de la unidad 5. Dicha unidad se seleccionó, para ser analizada, por requerir todos los conocimientos y habilidades adquiridos en las 4 unidades anteriores. Se resaltan a continuación las siguientes competencias:

*Competencia específica determinante de la asignatura:* Predecir el comportamiento de un cuerpo aplicando el concepto de fuerza y las leyes del movimiento.

*Competencia específica de la unidad 5:* Aplicar las leyes de la cinemática y la dinámica rotacional para explicar y predecir el movimiento de cuerpos rígidos

Para construir las Tablas 3 y 4 se requirió un análisis detallado de las competencias seleccionadas, usando como referencias: la experiencia docente de los autores, las necesidades de los educandos, el contexto educativo en que se aborda la asignatura y el marco teórico arriba mencionado.

**Análisis de resultados**

Durante el análisis se trató de explicitar los procesos metacognitivos involucrados en la determinación y secuencia de las habilidades requeridas y en la selección de los indicadores de proceso y resultados, incluyendo su descripción y sus parámetros. A continuación se presentan las Tablas 3 y 4:

**Competencias Transversales/Genéricas a desarrollar en la asignatura Física II**

Competencias Instrumentales	Indicadores de Proceso	Indicadores de Resultados
Capacidad de análisis y síntesis	1) Discrimina información 2) Construye gráficas 3) Desarrolla aplicaciones	1) Entrega ensayos ordenados y claros 2) Elabora gráficas de movimiento 3) Resuelve problemas de movimiento y energía e interpreta resultados
Conocimientos generales básicos	1) Interpreta propiedades físicas 2) Conoce los principios que rigen las propiedades físicas estudiadas	1) Fundamenta las propiedades de los distintos tipos de movimiento 2) Predice el comportamiento mecánico de objetos físicos
Habilidades de gestión de información	1) Selecciona y organiza información de distintas fuentes 2) Interpreta los conceptos y sus	1) Presenta trabajos con información pertinente y estructurada, de varias fuentes.

buscar y analizar información de fuentes diversas)	aplicaciones 3) Desarrolla diseños simples	2) Interpreta adecuadamente conceptos y sus aplicaciones 3) Construye aplicaciones de los conceptos
<b>Interpersonales</b>	<b>Indicadores de Proceso</b>	<b>Indicadores de Resultados</b>
Trabajo en equipo	1) Conoce reglas y rol de actividades 2) Respeta y apoya a sus compañeros 3) Entrega trabajos originales y consensuados	1) Participa en actividades programadas asumiendo el rol adecuado 2) Desarrolla trabajo colaborativo 3) Explica y fundamenta cualquier parte del tema a tratar
Compromiso ético	1) Es puntual en el cumplimiento de acuerdos del inicio de semestre 2) Entrega trabajos de propia autoría 3) Escucha con atención a sus compañeros, respeta diferentes ideas y creencias aun contrarias a las propias	1) Responsabilidad, diálogo fluido en el aula, proceso de enseñanza-aprendizaje dinámico y ético 2) Estudiantes y docentes son escuchados 3) Respeto a las creencias 4) Pulcritud en aulas e instalaciones, pulcritud verbal y trabajos limpios
<b>Sistémicas</b>	<b>Indicadores de Proceso</b>	<b>Indicadores de Resultados</b>
Capacidad de aprender	1) Posee motivación intrínseca y conoce conceptos previos y nuevos 2) Concibe aplicaciones del tema	1) Participa activa y consistentemente 2) Desarrolla adecuadamente las tareas 3) Diseña aplicaciones del tema

**Tabla 3.** Se detallan las competencias genéricas seleccionadas, para Física II, aplicables en la unidad 5, y clasificadas como: Instrumentales, Interpersonales y Sistémicas. Se incluyen indicadores de proceso y resultados para la adecuada organización, ejecución y control de las acciones a seguir

<b>Competencia Específica:</b> Aplicar las leyes de la cinemática y dinámica rotacional para explicar y predecir el movimiento		<b>Competencias cognitivas, procedimentales y actitudinales</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Conocimientos</b>	<b>Habilidades</b>	<b>Actitudes</b>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Usa las matemáticas para modelar el movimiento usando leyes de la Física</li> <li>- Determina las especificaciones del movimiento</li> <li>- Determina ejes de movimiento del cuerpo</li> <li>- Determina las principales direcciones de inercia del sólido rígido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Traslada el problema al lenguaje matemático</li> <li>- Obtiene condiciones iniciales y de frontera del movimiento</li> <li>- Localiza ejes de movimiento respecto a marcos de referencia</li> <li>- Encuentra el momento cinético</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cantidad de movimiento</li> <li>- Trabajo y energía cinética de un sistema</li> <li>- Eje instantáneo de rotación y ejes de movimiento</li> <li>- Momento cinético, direcciones de inercia</li> <li>- Teorema del momento cinético</li> </ul>	<p><b>Traduce</b> un problema del lenguaje común al matemático usando propiedades y leyes físicas</p> <p><b>Identifica</b> condiciones válidas para aplicar propiedades y leyes</p> <p><b>Aplica</b> correctamente las matemáticas</p> <p><b>Interpreta</b> resultados obtenidos</p> <p><b>Explica y predice</b> el movimiento en tiempo y espacio.</p> <p><b>Diseña y construye</b> prototipos simples usando ecuaciones de movimiento</p>	<p>Conducta ética</p> <p>Compromiso</p> <p>Participación</p> <p>Responsabilidad</p> <p>Cooperación</p> <p>Puntualidad</p> <p>Respeto a los demás</p> <p>Iniciativa</p>
--	---	--	---	--

**Tabla 4.** Enfoca los Indicadores de proceso y resultados, su descripción y parámetros. Incluye las habilidades necesarias, en secuencia apropiada, para que el alumno pueda alcanzar la competencia específica subordinada. Se presentan conocimientos y actitudes que debe poseer el alumno al finalizar la unidad.

### Conclusiones

La implementación de la formación por competencias demanda una transformación radical, de todo un paradigma educativo, implica cambios en la docencia, en la organización del sistema educativo, en la reflexión pedagógica y sobre todo en esquemas de formación arraigados por la tradición. Es necesario replantear la metodología didáctica usada en el aula para incorporar, por ejemplo, aprendizaje basado en problemas y aprendizaje basado en proyectos. Las competencias se deben desarrollar desde la perspectiva de un proceso de enseñanza aprendizaje que centre sus esfuerzos en el estudiante, por lo cual el profesor requiere de capacitación en metodologías y tecnologías educativas. Es importante destacar que en la Facultad de Ingeniería química de la UADY aunque todavía no se adopte este modelo, desde hace mucho tiempo se ha fomentado el desarrollo de competencias en sus alumnos de forma implícita. Así, es posible replantear la definición de objetivos en los procesos de revisión de planes y programas. En la aplicación de este modelo se recomienda dar cursos de capacitación o inducción tanto para profesores como para alumnos, debido a que es un cambio de paradigma con el modelo tradicional.

### Referencias

Bravo, N. (2009). *Competencias Proyecto Tuning-Europa, Tuning-América Latina*. Obtenido el 8 de Marzo de 2010 desde [http://acreditacion.unillanos.edu.co/contenidos/capacitacion\\_docente\\_2semestre\\_2007/competencias\\_proyectotuning.pdf](http://acreditacion.unillanos.edu.co/contenidos/capacitacion_docente_2semestre_2007/competencias_proyectotuning.pdf)

Delgado, A., Borge, R., y otros. (2005). *Competencias y diseño de la evaluación continua y final en el Espacio Europeo de Educación Superior*. Catalunya: Ministerio de Educación y Ciencia. Dirección General de Universidades

- Gómez, J. (2002). Lineamientos pedagógicos para una educación por competencias. Capítulo: El concepto de competencia II. Una mirada interdisciplinar. Santa Fe de Bogotá: Sociedad Colombiana de Pedagogía.
- Hanf, G.; Rein V. (2007). El marco europeo y nacional de cualificaciones: Un reto para la formación profesional en Europa. Revista europea de formación profesional. No 42/43
- Pinilla, Á. (2005). Un marco de competencias para ingeniería (conferencia). Bogotá. Tuning América Latina .
- Proyecto Alfa Tuning. Competencias Genéricas de América Latina. Obtenido el 31 de marzo de 2010 desde <http://tuning.unideusto.org/tuningal/index.php?option=content&task=view&id>
- Segura, S. (2003). *Modelo Pedagógico de la Educación a Distancia Apoyada en las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la Corporación Universitaria Autónoma de Occidente – CUAO*. Cali, Colombia: Corporación Universitaria de Occidente.