

# Algunas recomendaciones a tener en cuenta para la formación de profesionales en ingeniería que se ofertan en la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales de la UNED

AIDA AZZE PAVÓN.

Asesora Académica. ECEN. Correo electrónico: aazze@uned.ac.cr

Recibido: 15 abril 2013

Aceptado: 21 mayo 2013

## RESUMEN

Se presentan algunos aspectos de interés, que facilitan la formación de capacidades y competencias en los profesionales en ingeniería, entre los que se destacan la solución de problemas reales, niveles de asimilación, profundidad y sistematicidad en un plan de estudios.

**Palabras Claves:** Diseño curricular. Capacidades. Competencias. Carreras de ingeniería. Solución de problemas.

## ABSTRACT.

We present some interesting aspects that facilitate the formation of capacities and competencies in the curriculum of engineering careers, levels of assimilation, depth and systematicity in curriculums.

**Key words:** Curriculum design. Capacities. Competencies. Engineering careers. Problems solutions.

## Introducción

La Escuela de Ciencias Exactas y Naturales (ECEN) de la Universidad Estatal a Distancia (UNED) prepara bachilleres y licenciados en ciencias exactas, naturales, así como bachilleres y licenciados en ingeniería agronómica, agroindustrial e informática, entre otras carreras.

A partir de esta experiencia, las condiciones con que cuenta esta escuela, así como decisiones institucionales, la ECEN decide en Consejo de Escuela incursionar en nuevas ofertas de carreras en ingeniería de base científica, como son las ingenierías industrial, telecomunicaciones y sanitaria, iniciando en el 2012 la fase de diseño curricular bajo la modalidad no presencial.

Carreras que han de atender al desarrollo del contenido (sistema de conocimientos y habilidades) propio de cada carrera, potenciar la formación de capacidades y competencias profesionales y personales (CFIA; 2011), para lo que se requiere incorporar en el proceso de enseñanza aprendizaje estrategias relacionadas con el planteamiento y solución de problemas, la investigación científica, la innovación, las relaciones interpersonales, la comunicación oral y escrita, entre otros, como premisa para el desarrollo de los futuros ingenieros que el país necesita.

Por lo que nos hemos propuesto en este trabajo, a partir de la selección de un modelo de diseño que responde a esas necesidades, presentar algunos aspectos que recomendamos tener en cuenta la elaboración de los planes de estudios de las carreras ingeniería que ofertarán próximamente en la ECEN.

En síntesis pretendemos la formación de: *“Un profesional competente, capaz de resolver los problemas que se presenten en su actividad cotidiana, sistematizando y aplicando conocimiento científico propios de la ciencia y de la profesión, independientemente de que cada problema en específico sea distinto que otros”*. Alvarez. (2005).

## El modelo Teórico-Methodológico

El modelo teórico que proponemos para el diseño de los currículos de ingeniería, es el “Modelo de Los Procesos Conscientes, desarrollado por Alvarez, C. (2004), por considerar en el análisis de diferentes modelos, que es el

que más responde a las condiciones y regulaciones institucionales, así como a las necesidades de formación requeridas por los colegios profesionales para los ingenieros costarricenses, También hemos tomado e consideración aportes de trabajos otros especialistas, relacionados en la referencia bibliográfica.

### Relaciones entre el Diseño Curricular, la Pedagogía y la Didáctica

El diseño curricular, desde el modelo denominado por el autor “de los Procesos Conscientes” Alvarez. (2004), se conceptualiza como el proceso que mediatiza el mundo de la vida con el mundo de la escuela, conformando una unidad al relacionarse el proceso de diseño curricular con las necesidades sociales y laborales del contexto, con los procesos académicos.

Esta mediación se concreta al relacionar, con carácter de triada, el diseño curricular con la pedagogía y la didáctica. A continuación se definen las relaciones de los componentes pedagógico y didáctico de la triada. (Ver Figura N° 2,1)

- Lo pedagógico se relaciona con los problemas que la sociedad requiere que el profesional resuelva, lo cual es expresado en objetivos de la carrera y objetivos del aprendizaje.
- Lo didáctico corresponde a los componentes método, forma, medios y evaluación que se seleccionarán por los académicos para el desarrollo de los objetivos, capacidades y competencias en el proceso enseñanza aprendizaje

El propio nombre del modelo, nos apunta al desarrollo de metodologías, estrategias, y métodos, que propicien la participación consciente, motivada, activa de los estudiantes, la que permitirá no solo el desarrollo profesional y científica, sino también la formación personal y social de los estudiantes.

### Relaciones entre los componentes del diseño curricular

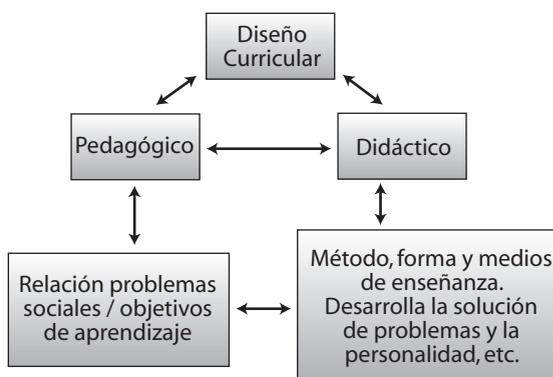


Figura 1. Representación gráfica del Modelo. Azze, A.

### Relación Objeto de la profesión-Objeto de estudio

El modelo señala dos aspectos, de suma importancia por su esencia, a determinar para el diseño de un plan de estudio que pretenda desarrollar capacidades y competencias para la resolución de problemas dentro de una profesión dada.

Uno es la claridad de la profesión a partir del conocimiento del objeto de la profesión y los problemas que se requiere socialmente que este resuelva, y la otra la determinación del objeto de estudio lo que me permitirá traducir los problemas propios de la profesión en objetivos de aprendizaje, conocer los contenidos y los métodos a desarrollar.

Para la conformación de los objetivos tanto de la carrera como del graduado, es importante definir el significado del concepto “Objeto de la Profesión”, (Vargas, 1993) el que comprende, tanto el “objeto de trabajo” en el que se manifiestan los problemas, como el “modo de actuación” del profesional para resolver los problemas, estos dos aspectos están interrelacionados y se condicionan mutuamente, ya que es la base sobre la que trabaja el profesional, precisándose así las capacidades que desarrollará para abordar la solución de los problemas.

También se incluyen en este análisis los conceptos de “campo de acción” el que comprende los métodos de trabajo que relacionan al profesional con los diferentes aspectos que se generan en el objeto de trabajo, así como las esferas de actuación o diferentes lugares donde se podrá desarrollar la profesión

A partir del análisis del objeto de la profesión, estaremos en condiciones de determinar los problemas profesionales que deberá poder resolver el futuro egresado de la carrera, los que serán llevados al plano pedagógico al traducir los problemas en los objetivos finales que deberán de alcanzarse en el plan de estudios, expresados como:

1. Los objetivos de la carrera en el proceso de formación del profesional.
2. Los objetivos a lograr en los futuros graduados; este último expresado en tres dimensiones: instructivo, educativo y desarrolladores garantizarán el desarrollo de las capacidades y las competencias.

Una vez, que se ha definido el objeto de la profesión así como los problemas a resolver por el profesional, el objeto de estudio se delimita a partir del análisis de las áreas disciplinares o científicas que deben de conformar la carrera.

Por ejemplo, para carreras de ingenierías de base científica, estarían conformadas por las áreas de humanidades, ciencias básicas, ciencias de la profesión, ciencias administrativas, ciencias informáticas u otras de carácter complementario que se consideren.

#### Regularidades a tener en cuenta en el diseño y estructuración del plan de estudios

**A.** En el diseño de una carrera de ingeniería, se tendrán en cuenta las siguientes regularidades para la formación de los profesionales universitarios

- La estructura de la carrera tendrá en cuenta el modelo de Universidad, en este caso el modelo no presencial y sus potencialidades educativas.

- La determinación el perfil del graduado tendrá en cuenta, la existencia de ofertas similares en el país, así como el estudio de las carencias y nuevas necesidades en la formación, cuanto más carreras similares más específico deberá ser el perfil del graduado.
- La estructura interna, por áreas y años deberá garantizar el desarrollo de habilidades, capacidades y competencias en los diferentes grados de salida de la carrera.
- Garantizar la presencia de manera ponderada de los ciclos básico, básico específico y del ejercicio de la profesión.
- Las materias de los ciclos básico y básico específicas poseen como contenido las ciencias y las tecnologías y en ellas prima lo científico, en las materias del ejercicio de la profesión los estudiantes se pondrán en contacto con los problemas que enfrentan en la práctica laboral y proyectos a ejecutar.

**B.** Las carreras de ingeniería y en particular de base científica, debe de contar con formación en el área de las ciencias básicas como son: la matemática, la física, la química, la biología, botánica y otras determinadas según el objeto de la profesión, de ahí que los planes de estudios contemplen las ciencias básicas, como la base para la comprensión de las asignaturas básicas específicas o de la profesión y posteriormente la solución de problemas en las asignaturas propias del ejercicio profesional.

*“En las universidades la ciencia tiene una intención profesional; la profesión se apoya en las ciencias”.* Alvarez de Zayas (1995)

#### Los niveles de sistematicidad del proceso enseñanza aprendizaje (PEA)

Una de las formas de estudiar la realidad es determinando la estructura de la mismos. De esta manera se establece la organización en distintos niveles de complejidad. Cada objeto complejo está formado a su vez, por otros objetos menos complejo, que se convierten en subsistemas. En el Proceso Enseñanza Aprendizaje se aprecia, distintos niveles de complejidad

o sistematicidad. El PEA puede considerarse como una estructura vertical y como una estructura horizontal

TABLA N° 1

**Niveles de sistematicidad del plan de estudios**

Tipos de estructuras	Niveles de sistematicidad o complejidad. (del más al menos complejo)
Estructura vertical	Plan de estudios. ( carrera) Área o disciplina. Materia ( tipos: asignatura, módulo o proyectos) Unidad temática Tarea o actividad docente. ( célula del PEA)
Estructura Horizontal.	Ciclo. (Básicos, básicos específicos, ejercicio de la profesión). Año o niveles (niveles: Diplomado, Bachillerato, Licenciatura.) Semestre o cuatrimestre.

Fuente. Resumido de: Zayas y Sierra (2005).

**Tipos de materias de estudio**

Para el desarrollo de las secuencias lógicas del contenido, se tendrán en cuenta, las áreas disciplinares, las materias las que de acuerdo con su acercamiento a la realidad de la vida en: asignaturas, módulos y proyectos.

- El proyecto es aquel proceso de enseñanza aprendizaje que tiene como contenidos la realidad, la práctica social.
- El módulo sin llegar al nivel de proyecto no reduce su contenido sólo a un objeto de estudio de una ciencia.
- La asignatura reduce su contenido al objeto de estudio de una ciencia o disciplina.

En todos los casos, el proceso se debe de desarrollar mediante la solución de problemas, en el caso de asignaturas estos problemas son abstractos; en el caso de proyecto, los problemas son los de la realidad, los del contexto social.

El adecuado desarrollo de los planes de estudios debe de conjugar armoniosamente la interrelación de todos los tipos de materias, para

que el estudiante sea capaz de combinar sus conocimientos con la solución de las necesidades sociales, así como poseer un profundo dominio de las ciencias contemporáneas.

**Relaciones entre el enfoque curricular de la carrera y los componentes didácticos del currículo**

Para el logro de los objetivos del plan de estudios (Ver Figura 2), el método es el vínculo esencial entre estudiantes y tutores. A su vez, el componente método es el orden, la estructura en que se desarrollan los contenidos atendiendo a la forma y medios de enseñanza disponibles (Ver Figura 4). El componente didáctico evaluación permitirá medir y evaluar el logro de los objetivos, tanto instructivos, educativos como desarrolladores, por lo que deben de ser aplicada la evaluación diagnóstica formativa y sumativa.

Esquema de las relaciones que se establecen a través del método

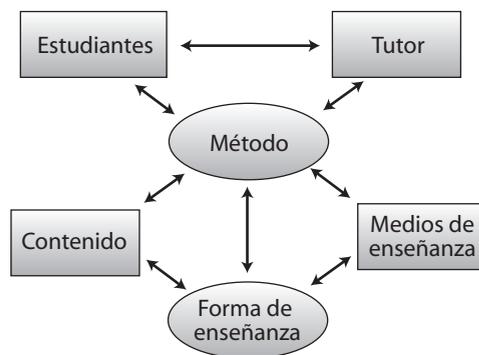


Figura 2. Fuente. Azze, A. 2012.

**La metodología:** orden de las tareas docentes o soluciones de problemas, que se desarrollan por etapas, fases o eslabones, para formar la habilidad en la unidad temática, posibilitará adecuar el sistema de tareas a cada estudiante, para que este pueda subjetivamente, lograr el objetivo, cualquiera que este sea.

**La estrategia:** orden, es decir la estructura en que se llevan a cabo las tareas de cada unidad temática, para que garantice también el logro

del objetivo desarrollador, condicionados por la objetividad de las distintas ciencias o ramas del saber que aparecen en el plan de estudios; para que en su ejecución se puedan formar las capacidades y competencias deseadas; así como los valores, convicciones y sentimientos que se desprendan de dichos contenidos, adecuándolas a las características psico-fisiológicas de los estudiantes.

### **La solución de problemas en el desarrollo de las competencias**

Un profesional competente, es aquella persona que domina un conjunto de capacidades que denotan que son capaces de resolver problemas en la práctica en condiciones y diferentes y alcanzar el éxito en contextos determinados, a partir del desarrollo de actividades en la que integran conocimientos, habilidades, actitudes personales que debe ser demostrables, controlables, evaluables. (B. Wilson)

Los graduados universitarios en ingeniería, deberán durante su formación profesional, prepararse para la solución de problemas y el desarrollo de la producción y los servicios, por lo que el dominio de esas habilidades se debe de producir durante la formación misma del estudiante y la relación que mantengan la universidad y la sociedad.

Durante el tránsito por la universidad los estudiantes se enfrentarán a diferentes tipos de problemas, los que de forma progresiva partiendo de la formación en las ciencias básicas, las básicas específicas y las del ejercicio de la profesión, les permitirán resolver los problemas sociales y laborales, así como incursionar en la investigación científica.

Por lo que para la concreción de un plan de estudios, es de suma importancia la vinculación de los estudiantes con los problemas del contexto, e ahí la importancia de dos relaciones a medida que van avanzando en el plan de estudio: la integración docencia-producción-contexto y la integración docencia-investigación-extensión.

Contribución de la solución de problemas al desarrollo personal y social de los estudiantes

La Psicología del aprendizaje, identifica al estudiante como centro del proceso de enseñanza-aprendizaje. Proceso sustentado en el cumplimiento de las relaciones del estudiante con las materias de estudio (sujeto-objeto de estudio), entre sujetos de aprendizaje (sujeto-sujeto) de forma motivada, consciente, creativa, clima afectivo, maestro facilitador y proceso flexible que se concreta a través del método enseñanza- aprendizaje, y que facilita en los estudiantes desde el punto de vista psicológico el desarrollo de la personalidad, conocidas como “Habilidades Conformadoras del Desarrollo Personal (HCDP)” Fariñas, G. (1995)

- Habilidades relativas al planteamiento y la solución de problemas
- Habilidades relacionadas con el planteamiento de objetivos investigativos y su organización tanto en tiempo como en espacio
- Habilidades relativas a la comprensión y a la búsqueda de información
- Habilidades relativas a la comunicación y a las relaciones con los demás.

### **Tipos de Problemas a desarrollar según la estructura del plan de estudios**

Los problemas en este modelo de diseño, se clasificarán en reiterativos, generales o productivos y complejos o de carácter científico, los que desarrollamos a continuación.

#### **a. Problemas Reiterativos.**

Cuando el problema se reitera, como parte de la formación es decir que no exige la caracterización analítica del mismo para poderlo diferenciar de la anterior, lo único que hace falta es repetir el camino de la solución anterior.

Entre este tipo de problemas se encuentran algunos que se aplican en las Ciencias Básicas: Física, Química, Matemática tanto para la solución de ejercicios o para la experimentación, como parte de la preparación a nivel de diplomado y/o bachillerato. Contribuyendo estas ciencias a que el estudiante se apropie con el

**objetivo de desarrollar** capacidades creadoras, lógicas del pensamiento, en base a un sistema de leyes, principios y metodologías esenciales inherentes a dichas ciencias.

O aquellos problemas que para su solución no necesita de la acción de un profesional, sino de un técnico u obrero calificado.

En general, los problemas de tipo reiterativos, aportan elementos y habilidades a desarrollar propias del método científico.

### b. Problemas Generales o productivos.

En el caso de la solución de problemas no reiterados, novedosos que se presentan en asignaturas básicas específicas o en las del ejercicio de la profesión, la lógica que cotidianamente sigue el profesional es la siguiente:

- Planteamiento del problema. Situación inherente a un objeto que se pretende modificar por determinados sujetos.
- Determinación del objeto de estudio. Parte de la realidad que interviene en el problema y que será modificada por los sujetos.
- Precisión del objetivo a alcanzar. El objetivo, es la aspiración del problema resuelto por parte de los sujetos que intervienen.

La relación entre el problema y el objeto de estudio, permiten con carácter de tríada determinar la aspiración u objetivo a alcanzar, así como la metodología a aplicar, permitiendo, un buen planteamiento de esos componentes:

El establecimiento de los conocimientos previos que poseen los profesionales acerca del objeto de estudio.

- La determinación del plan de trabajo o tareas que se deben ejecutar para diagnosticar la situación del objeto de estudio que genera el problema.
- La Sistematización de todos los nuevos contenidos del objeto de estudio.
- La Demostración de la solución del problema
- La Evaluación de los resultados y el grado de acercamiento al objetivo propuesto.

En resumen se transita de: el estudio de los materiales, a la sistematización de los conocimientos, a la aplicación de solución, y la verificación de la validez, a esto se le llama solución productiva del problema.

### c. Problemas Complejo o de carácter científico.

Sin embargo, hay problemas que no se pueden resolver solo con el conocimiento científico ya establecido, es decir hay problemas que requieren de investigación científica, A estos tipos de problemas se les llama complejos “también llamados de carácter creativo o innovador”.

Por lo que el Proceso de Investigación Científica es aquel proceso, de carácter creativo e innovador, que pretende encontrar respuestas a problemas trascendentes y complejos, mediante el cual se introduce, se innova o crea la ciencia y la tecnología.

Caracterización de los Problemas según los Niveles de Asimilación, Profundidad, Sistemática del diseño curricular

En la solución de problemas, según el tipo de problema, se tendrá en cuenta los siguientes niveles en su desarrollo.

TABLA N° 2

#### Tipos de problemas según niveles

Tipo de problema	Reiterativo	Generales	Complejos
a. Nivel de asimilación (o de dominio)	Reproductivo	Productivo	Creativo
b. Nivel de Profundidad (o de esencia)	Externo o básico	Fenoménico	Esencial
c. Lógica del pensamiento	Aplicación	Deductiva	Inductiva
Lapso.	Inmediato	Breve	Lento.

Fuente. Resumido de Zayas y Sierra (2005).

A continuación, se aclara acerca de los niveles de asimilación, profundidad y sistematicidad.

- a. La Asimilación en el proceso de aprendizaje de los estudiantes pasa por diferentes estadios cualitativos de un proceso único, a

estos estadios los denominamos nivel de asimilación, es de suma importancia de que se tengan en cuenta en el diseño de los cursos y que sean declarados en los objetivos del programa y de las asignaturas.

TABLA N° 3

**Tipos de problemas según nivel de asimilación**

Niveles	Asimilación o nivel de dominio	Descripción
Primer	Familiarización	Reconocen los conocimientos o habilidades presentados a ellos, aunque no los reproduce.
Segundo	Reproducir	Implica la repetición del conocimiento o la habilidad adquirida al resolver problemas similares.
Tercer	Producir	Utilizan los conocimientos o habilidades en situaciones, nuevas. Saben utilizar lo aprendido.
Cuarto	Crear	Creación e Innovación, se generan aportes teóricos y tecnológicos.

Fuente. Resumido de: Zayas y Sierra (2005).

- b. El Nivel de Profundidad de los contenidos: es una de las características fundamentales para la declaración de los objetivos de la investigación, **expresa el grado de esencia** con que se desarrolla el proceso, (por

ejemplo los problemas de mecánica, en la asignatura física, se pueden resolver o no con ayuda del cálculo integral, lo que determinan dos niveles de profundidad al respecto.

TABLA N° 4

**Relación entre el grado de la carrera, la capacidad y el nivel de creación**

Grado	Capacidad	Nivel de creación
Bachillerato	Aplicar métodos de solución ya conocidos en la solución de problemas.	Reproductivo a productivo. Resolver problemas similares o aplicar metodologías conocidas en la solución de un problema.
Licenciatura	Aplicar y sistematizar los conocimientos científicos adquiridos durante la carrera.	Productivo. Demostrar la capacidad de seleccionar y aplicar un modelo establecido en un problema profesional

Fuente. Resumido de: Zayas y Sierra (2005).

**Conclusiones**

Ante las necesidades actuales en la formación de ingenieros se requiere formar capacidades y competencias, apuntando “la capacidad a la potencialidad para la ejecución de las tareas, mientras que la competencia apunta a los resultados alcanzados” Alvarez (2004)

Para la formación de las competencias que requiere un profesional en ingeniería, es de suma

importancia la implementación de las relaciones pedagógicas y didácticas en el diseño curricular, entre el objeto de la profesión-objeto de estudios; las regularidades según el tipo de materia, ciclos, grado de salida, entre otros presentados.

La solución de problemas, base de la formación de las competencias profesionales, debe de formarse a lo largo de toda la carrera a través de la práctica de problemas reiterativos, productivos y creativos, esta estrategia de

aprendizaje desarrolla las competencias profesionales y personales.

## Recomendaciones

Incorporar estas regularidades y relaciones al diseño de planes de estudios de las carreras de ingeniería, para garantizar de manera sistémica e integrada el logro de las capacidades y competencias deseadas.

## Referencias

Álvarez de Zayas (2004) Diseño Curricular. Cuarta edición. Ed. Kipus. Bolivia.

Álvarez de Zayas (2003) Concepciones didácticas de: El Proyecto, el módulo y la asignatura. Sexta edición. Ed. Kipus. Bolivia.

Azze, A (2012) Una propuesta para el diseño de la física como ciencia básica para carreras de ciencias aplicadas e ingenierías. Repertorio Científico-2013. ECEN-UNED. Costa Rica.

Azze, A (2012) ¿Diseño por objetivos o enfoque basado en competencias en carreras de ingeniería a desarrollar en la UNED? Taller Comisión PACE-ECEN. San José. Costa Rica.

Fariñas, G. (1995). Maestro. Una estrategia para la enseñanza. Editorial Académica. Cuba.

Sierra, V y A. de Zayas (2004) La Solución de Problemas Profesionales. Cuarta edición. Ed. Kipus. Bolivia.

## Bibliografía consultada

García, M (2000) La formación profesional basada en competencias, un reto de la Educación Superior. Universidad de P. del Río. Cuba,

Malagón, M. (1999) Esencia del Modelo Disciplina Principal Integradora. Revista Pedagogía Universitaria. Vol. 4. N° 2. Habana. Cuba.

Perales, FJ (1993). La Resolución de problemas una revisión estructurada. Revista Enseñanza de las Ciencias. Granada. España.

Perales, FJ. (1988). La Instrucción Científica en el marco de un modelo constructivista de enseñanza. Revista Educación de la Universidad de Granada. Granada, España.

Vargas, A. (1996). El diseño Curricular y las expectativas educativas en el umbral del Siglo XXI (1996). Revista Electrónica Pedagogía Universitaria. No. 1/96. DFP-MES. Habana. Cuba.

Vargas, A. (1997) Fundamentos y principios de la elaboración de currículos. Revista Electrónica Pedagogía Universitaria. Vol. 2 N° 1-1997. Ministerio de Educación Superior. Cuba.