Luis Ernesto Blanco Rivero
Eduardo Silva Sánchez

# Herramientas pedagógicas para el profesor de ingeniería

ACOFI
ACIÓN COLOMBIANA
TADES DE INGENIERÍA

LEE
LEMOINE
EDITORES

LUIS ERNESTO BLANCO RIVERO cursó
dios en matemática y en ingeniería
strial en la Universidad de los Andes y
Universidad de la Florida en
esville (Estados Unidos).

ha sido docente en las universidades
ital, de los Andes, de la Sabana y
ela Colombiana de Ingeniería en las
s de producción y optimización. Fue
tor de departamento y de la
cialización en Producción de la
ersidad Distrital, director del Centro de
dios de Producción, director de Calidad
tucional y decano del Programa de
niería Industrial en la Escuela. Se ha
mpeñado también como asesor,
ultor de empresas y conferencista
onal e internacional.

Durante su ejercicio profesional ha
to varios libros, como *Simulación con*
*nodel. Casos de producción y logística,*
*uctividad, factor estratégico de*
*petitividad a nivel global, Aplicaciones*
*putacionales en producción,*
*lización y distribución de instalaciones,*
*atemática I.* También ha publicado un
número de artículos en revistas
onales.

Actualmente es el coordinador del
inario de Formación de Profesores de la
ciación Colombiana de Facultades de
niería (Acofi).

# Herramientas pedagógicas para el profesor de ingeniería

paco F

Luis Ernesto Blanco Rivero
Eduardo Silva Sánchez

# Herramientas pedagógicas para el profesor de ingeniería

ACOFI
ASOCIACIÓN COLOMBIANA
DE FACULTADES DE INGENIERÍA

LEE
LEMOINE
EDITORES

Blanco Rivero, Luis Ernesto
Herramientas pedagógicas para el profesor de ingeniería / Luis Ernesto Blanco Rivero y Eduardo Silva Sánchez. -- Bogotá : Lemoine Editores, 2009.
180 p. ; 23 cm.
ISBN 978-958-98664-2-9
1. Profesores universitarios 2. Profesores de ingeniería 3. Formación profesional de maestros 4. Ingeniería - Enseñanza - Innovaciones tecnológicas 4. Ingeniería - Enseñanza - Metodología I. Silva Sánchez, Eduardo II. Tít.
378.125 cd 21 ed.
A1231107
CEP-Banco de la República-Biblioteca Luis Ángel Arango

HERRAMIENTAS PEDAGÓGICAS PARA EL PROFESOR DE INGENIERÍA

Primera edición: octubre de 2009

© Luis Ernesto Blanco Rivero, 2009
© Eduardo Silva Sánchez, 2009

© Lemoine Editores, 2009
Carrera 14 No. 127B - 90
Teléfono (57-1) 627 2032/34
Fax (57-1) 274 5764
Bogotá D.C., Colombia
gerencia@lemoineeditores.com
www.LemoineEditores.com

**Dirección editorial:** Jimena Lemoine Garzón
**Diseño y diagramación de páginas interiores:** Magda Barrero
**Diseño de cubierta:** Haidy García Rojas
**Corrección de estilo:** Elkin Rivera Gómez
**Impresión:** Editorial Kimpres Ltda.

ISBN 978-958-98664-2-9

Todos los derechos reservados. Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra, por cualquier medio, sin autorización escrita de Lemoine Editores.

Impreso en Colombia
Printed in Colombia

Este libro se compuso en caracteres *Minion Pro, Myriad y Myriad Pro.*

*A mi familia, muchos de ellos profesores*
*A mis profesores*
*A mis soportes espirituales, todos profesores*
*A todos los profesores de ingeniería*
*Luis Ernesto Blanco Rivero*

*A mi familia*
*Eduardo Silva Sánchez*

# Contenido


Introducción ..... XIII

**Capítulo 1. ¿Qué es un ingeniero?** ..... 1
La educación del ingeniero. ..... 10
Resumen ..... 13
Características de los ingenieros ..... 13
Campos de acción de los ingenieros ..... 14

**Capítulo 2. ¿Qué es un profesor de ingeniería?** ..... 17
resumen. ..... 23
Características de los profesores de ingeniería ..... 23

**Capítulo 3. Importancia de la motivación en el éxito de la profesión** ..... 25
Resumen ..... 30
Aspectos importantes para la motivación ..... 30

**Capítulo 4. Conocimiento de los estudiantes** 33
Resumen ..... 41
Diferentes tipos de aprendizaje ..... 41
Diferentes tipos de estudiantes ..... 41

**Capítulo 5. Planeamiento y organización de la enseñanza** ..... 45
Planeación del curso ..... 48

PLANEACIÓN DE LAS CLASES ..... 53
LA PLANEACIÓN MEJORA LA ENSEÑANZA ..... 55
AYUDAS PARA LA ENSEÑANZA. ..... 58
Programa de la asignatura ..... 60
Plan de preparación de clase ..... 60
Notas de clase ..... 60
Hojas de instrucción ..... 61
Bosquejo del curso para estudiantes ..... 61
Preguntas preparadas ..... 62
Libros de texto ..... 64
Tablero ..... 64
Gráficas ..... 66
Modelos, maquetas y demostraciones ..... 67
Filminas y retroproyectores ..... 67
Películas de movimiento ..... 68
Videobeams y portátiles ..... 70
Comunicación vía internet ..... 71
AYUDAS PROFESIONALES ..... 71
RESUMEN ..... 72
Proceso de planeación ..... 72
Ayudas para la enseñanza ..... 73

**CAPÍTULO 6. DESARROLLO DE LAS CLASES** ..... 75
PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA ENSEÑANZA ..... 75
ORDEN O SECUENCIA DE LA ENSEÑANZA ..... 79
INICIAR ..... 80
FACILITAR ..... 83
El aula ..... 84
Apariencia personal ..... 85
El porte ..... 85
Amaneramientos al hablar ..... 86
Malos hábitos ..... 86
Enseñanza adormecedora ..... 86





La forma de hablar ..... 87
Comenzar a tiempo ..... 88
Creando interés ..... 89
Algo nuevo ..... 92
Reacción de los estudiantes ..... 93
Uso de preguntas ..... 93
La palabra "obvio" ..... 94
Notas en el tablero ..... 94
Demostraciones matemáticas ..... 94
Aplicaciones de nuevos materiales ..... 95
Aprendizaje cooperativo ..... 96
Concluyendo la sesión de clase ..... 97
ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES ..... 97
La práctica y la retroalimentación de otros ingenieros ... 97
Laboratorios de experimentación ..... 100
Instalaciones del laboratorio ..... 101
Preparación del estudiante ..... 102
Organización del trabajo de laboratorio ..... 103
Deberes del profesor en el laboratorio ..... 105
Reportes de laboratorio ..... 106
Calificando el trabajo de laboratorio ..... 107
Viajes de observación, visitas y prácticas de campo ..... 108
Asignación de tareas ..... 111
RESUMEN ..... 114
Principios básicos para la enseñanza ..... 114
Desarrollo de la clase ..... 115
Actividades de aprendizaje de los estudiantes ..... 116

**CAPÍTULO 7. EVALUACIÓN** ..... 117
EVALUACIÓN DE LOS OBJETIVOS ..... 117
EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LOS ESTUDIANTES ..... 120
Valor de los exámenes para los estudiantes ..... 124
Valor de los exámenes para el profesor ..... 125

Formas de realizar pruebas. ..... 126
Pruebas orales. ..... 127
Ensayos como pruebas ..... 127
Problemas como pruebas ..... 128
Pruebas de actuación ..... 129
Pruebas objetivas o de verdadero - falso ..... 129
Planeando las pruebas ..... 130
Evaluación del desempeño de los profesores ..... 133
Cumplimiento ..... 134
Desempeño en clase ..... 134
Forma de evaluar ..... 134
Trato a los estudiantes ..... 134
Fomento a la formación de habilidades y capacidades ... 135
Fomento del entendimiento y comprensión ..... 135
Fomento de cualidades personales y valores ..... 135
Orientación hacia la investigación ..... 135
Orientación hacia la interdisciplinariedad ..... 136
Resumen ..... 136
Evaluación de los objetivos ..... 136
Evaluación de los estudiantes ..... 137
Evaluación de los profesores ..... 137

**Capítulo 8. Los proyectos, un método de aprendizaje activo** ..... 139
Características de los proyectos ..... 140
Papel de los estudiantes en los proyectos ..... 141
Los proyectos y la formación de competencias ..... 142
Método de aprendizaje activo ..... 144
Los proyectos como herramienta de aprendizaje ..... 144
El trabajo en grupo ..... 144
Interdisciplinariedad ..... 144
Formación de competencias para el trabajo ..... 145
Etapas del método de proyectos ..... 146



Inconvenientes que se pueden presentar ..... 147
Ventajas del método de proyectos ..... 147
Resumen ..... 147
Características de los proyectos ..... 147

**Capítulo 9. El aprendizaje con ayuda de las TIC** ..... 149
Ediciones electrónicas ..... 152
Hojas de cálculo ..... 152
Simuladores animados ..... 153
Cursos virtuales ..... 155
Teleconferencias y cursos vía satélite ..... 156
DVD ..... 157
Videojuegos y realidad virtual ..... 157
La web ..... 157
Resumen ..... 158
Características y aplicaciones de las TIC ..... 158

A un estudiante de ingeniería ..... 160
Carta a un colega ..... 162

# Introducción

La elaboración de este libro fue idea de los ingenieros Eduardo Silva Sánchez, Guillermo Camacho Caro y Luis Ernesto Blanco Rivero, durante las charlas previas a las sesiones del Seminario de Formación de Profesores, organizado por la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (Acofi) en el año 2007. El subtítulo de la obra *Enseñanza efectiva de Fred C. Morris: un manual para instructores de ingeniería*, que el profesor Camacho Caro tenía en su poder desde hacía muchos años, unido a nuestra costumbre de leer y hacer recomendaciones, nos llevó a darles a los profesores de ingeniería algunas ideas para el mejoramiento de sus clases.

Cuando estábamos planeando el seminario y pensando en cuáles debían ser los temas nucleares de éste, es decir, los más importantes para un profesor de ingeniería, acordamos que el primer tema debía tener relación con la respuesta al interrogante ¿qué es ser ingeniero?, para enaltecer la importancia máxima de la profesión de ingeniería en el contexto social, para llevar a los profesores un mensaje sobre la necesidad de estimular la imaginación y el entusiasmo de sus estudiantes, para hacerlos reflexionar sobre el papel de cambio de la sociedad a partir de la ingeniería y para caracterizar, de alguna manera, a los ingenieros.

La misma argumentación nos sirvió para iniciar el libro, con idéntico tema, pero con un ligero cambio: ¿qué es un ingeniero?, para conservar el título de la traducción de una poesía que había hecho el profesor Blanco Rivero. Por otra parte, la Facultad de Ingeniería de

la Universidad del Valle y Acofi publicaron en 1985 la traducción del libro del ingeniero Billy Vaughn Koen, El *método de ingeniería*, en el que se puntualiza que es el método de trabajo lo que caracteriza a los ingenieros. Utilizamos además argumentos de Guillermo Camacho Caro sobre la historia de la ingeniería y el papel que cumplen en la sociedad ingenieros de distintas especialidades o ramas de la ingeniería.

La segunda parte del primer capítulo la dedicamos a destacar las características especiales de la educación en ingeniería, que debe tener, como los árboles que han sobrevivido a los más recios temporales, unas raíces profundas que extraigan los nutrientes de la ciencia y de la tecnología, y que trasladen dicho conocimiento a la estructura mental de los futuros ingenieros para que sean capaces de pensar lógica y claramente, de evaluar, de discriminar, de tener originalidad y de poder seguir el método de la ingeniería en la solución de problemas.

En el segundo capítulo tratamos de caracterizar a un buen profesor de ingeniería. Una primera aproximación a dicha representación está relacionada con la vocación indispensable de los profesores, y si ésta no se tiene, será necesario trabajar mucho para sustituirla. Es importante que los profesores se sientan bien enseñando y formando a las futuras generaciones de ingenieros colombianos. Si el profesor siente pasión por lo que hace, puede transmitir tal entusiasmo a los estudiantes, y podrá retarlos a desarrollar sus capacidades al máximo y a formar su mente con una actitud crítica y productiva ante la sociedad.

La dedicación a los alumnos, al estudio, a la preparación de sus asignaturas, a la profesión y a la investigación, es otra de las características de los buenos profesores. También el estudio de temas como el estado del arte de la profesión, su búsqueda, adaptación y puesta



en práctica, junto con la publicación de sus realizaciones, como guía para los estudiantes, son características importantes de los mejores.

Los buenos profesores siempre planean tanto sus cursos como sus clases, y esto se refleja en el programa, que presentan a sus estudiantes, el primer día de clase, e incluso antes, utilizando medios como la internet. Además, dichos profesores practican y transmiten a sus estudiantes la indagación crítica, que corresponde a saber por qué hacen las cosas, para qué las hacen y, sobre todo, para quién las hacen.

En el tercer capítulo le dedicamos espacio a un tema para nosotros fundamental en la ingeniería, y que está directamente relacionado con las materias de los dos primeros capítulos, que es la importancia de la motivación en el éxito de la profesión. Cuando un profesor ama realmente lo que hace, cuando les habla de la profesión que más contribuye al bienestar de la sociedad, puede conmover y hacer vibrar las fibras del corazón de sus alumnos. Pero a veces los hechos dicen más que las palabras. Con el ejemplo, a través de los proyectos, en la forma de analizar las situaciones, en la manera de utilizar el método de ingeniería, con la honradez en cada una de sus actuaciones y con el trato con sus semejantes, el profesor debe motivar a sus estudiantes.

El cuarto capítulo contiene recomendaciones a los profesores sobre la necesidad de conocer muy bien a sus estudiantes, para entender que ellos tienen diversas formas de aprender y que, en consecuencia, se les debe brindar oportunidad de utilizarlas. La existencia de diversos tipos de aprendizaje es un tema en el que hemos insistido, en una serie de publicaciones de las Conferencias Nacionales de Acofi. Diferenciar los conocimientos de los conceptos, de las habilidades y de los valores agrega valor al profesor, cuando sabe cómo presentarlos y evaluarlos.

Los tres siguientes capítulos, relacionados con la planeación, el desarrollo y la evaluación, siguen el mismo orden que plantean los profesores Vicente Albeniz Laclaustra, Julio César Cañón Rodríguez, Jaime Salazar Contreras y Eduardo Silva Sánchez, en su libro *Tres momentos del compromiso docente en ingeniería. Análisis crítico de la experiencia colombiana,* en el que se recogen los resultados de una investigación sobre la docencia en ingeniería.

La planeación es una actividad fundamental en la academia y en el entorno de todas las organizaciones. En este capítulo intentamos mostrar cómo el proceso de planeación va de lo general a lo particular, empezando con las planeaciones estratégica, de las instituciones, siguiendo con la del currículo de las facultades o a veces de las instituciones, continuando con la de las asignaturas y culminando con la de las clases.

Señalamos la importancia de organizar muy bien los instrumentos de planeación, como los programas de las asignaturas, las hojas de preparación de clase, las hojas de instrucción. También mostramos la existencia de ayudas para la enseñanza y, en algunos casos, comentamos la forma de usarlas.

Igualmente, mostramos el desarrollo de las clases como una serie de actividades: motivar, iniciar, facilitar, evaluar, facilitar... La motivación y la evaluación son importantísimas, de manera que se les dedica tratamiento especial. Para iniciar, el profesor tiene que hacer un examen de entrada con el fin de conocer las expectativas de sus estudiantes y evaluar el conocimiento que traen, lo que comúnmente se llaman prerrequisitos.

Hablar de facilitar en lugar de enseñar enfatiza en el protagonismo del estudiante en el proceso de aprendizaje, de manera que el profesor se dedica a facilitar dicho proceso mediante el uso de metodolo-



gías de aprendizaje activo. También se habla de tres fases o lazos que se deben cerrar en el proceso de aprendizaje: la experimentación, la generalización o formación de conceptos y la aplicación de las teorías en la práctica.

Se realza la importancia de la práctica, de la teoría, de la relación simbiótica entre estas dos, así como el papel de la retroalimentación por parte de otros ingenieros a los estudiantes sobre la forma como se desempeñan los primeros en el ejercicio de la profesión. También se muestra cómo los laboratorios son parte fundamental de la etapa de experimentación en ingeniería.

Se observa cómo la planeación está relacionada directamente con la evaluación. En la primera se establecen los objetivos que se piensan lograr, y luego se evalúa si efectivamente se cumplieron y se decide si es necesario modificarlos. Esta tarea de revisión de los objetivos se puede asimilar a una prueba de salto alto, donde la vara se va subiendo a medida que es superada, en un proceso de mejoramiento constante.

A continuación se señalan aspectos importantes en la evaluación del desempeño tanto de estudiantes como de profesores. Se dedica un buen espacio a comentar los tipos de pruebas y a la forma como se deben realizar. En relación con la evaluación de los profesores, se señalan criterios para hacerlo y formas de lograrlo.

En el capítulo octavo se trata el método de aprendizaje activo de los proyectos. Se muestra cómo mediante la planeación, desarrollo y evaluación de sus proyectos, los estudiantes adquieren competencias como el trabajo en equipo, la mejora de la comunicación oral y escrita, la búsqueda, análisis y organización de la información, y habilidades de administración y gestión de personas.

En el capítulo final se explica la importancia cada vez más grande de la aplicación de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en los ambientes de aprendizaje que rodean la enseñanza de la Ingeniería. Se comenta con detalle cómo la educación a distancia necesita mayores esfuerzos por parte de los profesores para su planeación, desarrollo y evaluación.

Se cierra con una carta dirigida a los estudiantes de ingeniería, que puede servir como elemento motivador para éstos en cualquier momento del desarrollo del curso. También les hacemos a los profesores unas recomendaciones finales.

Ojalá que nuestros lectores tengan en este texto una fuente permanente de consulta y de inspiración, porque la enseñanza debe trascender y perseguir metas cada vez más elevadas, porque los profesores necesitan inspirarse y apasionarse por su profesión y porque los estudiantes merecen todos nuestros esfuerzos, para lograr un mejor desempeño en nuestra labor formativa.

---

***"El profesor de ingeniería no es únicamente un transmisor de conocimientos, es un formador integral de personas, cultiva mediante el ejemplo, el amor patrio, el mejoramiento de la calidad de vida, la tradición cultural, los valores y la personalidad.***
***Como forma ingenieros, estimula la imaginación y el ingenio, la indagación crítica, la innovación tecnológica y la actuación ética en sus alumnos".***

---

## ¿Qué es un ingeniero?

Parte Einstein y parte niño:

Alguien que convierte lo difícil en rutina
y que hace probable lo imposible.

Una persona que piensa en su proyecto
las 24 horas del día… que escribe
ecuaciones en la arena de una dorada playa
o en una servilleta, sentado
en el rincón de un ruidoso bar.

Alguien que siempre sueña con un futuro mejor.

Esto es un ingeniero: una persona
que hace posible nuestro confortable
vivir… que nos guía a las estrellas
y al más allá… y para quien la realidad
tiene muy pocas fronteras.

Él es un ser muy especial.

Traducido del inglés
Por el ingeniero Luis Ernesto Blanco Rivero

# 1
# ¿Qué es un ingeniero?

*"Una persona que hace posible nuestro confortable vivir...*
*Quien nos guía a las estrellas y al más allá...*
*Y para quien la realidad tiene muy pocas fronteras.*
*Él es un ser muy especial".*

**Honeywell - Luis Ernesto Blanco R.**

En el contexto popular, un ingeniero es una persona que diseña y fabrica productos, máquinas, aviones, naves espaciales, puentes, carreteras, edificios, sistemas organizacionales, informáticos o ambientales y muchas otras cosas más, siempre con el objetivo de facilitar y de brindar una mayor comodidad a la sociedad; por lo general se confunde la profesión con el resultado de lo que hace y no con la forma y el método empleado, qué es realmente el vínculo entre las ramas de la ingeniería[1].

*Todos los ingenieros desarrollan proyectos.* El ingeniero, con una cantidad limitada de recursos, ejecuta una serie de actividades orientadas a un objetivo, que puede ser la satisfacción de necesidades, la

1. Billy Vaughn Koen (1985). *El método de ingeniería*, traducción de Martha Cecilia Gómez de García, Iván Enrique Ramos y Asnovaldo Cadavid Ríos. Bogotá: Univalle, Facultad de Ingeniería, p. 2.

solución de problemas o la mejora de bienes o sistemas existentes. En los proyectos, siempre hay problemas por resolver y objetivos previos por alcanzar.

En el proceso de conseguir buenas soluciones, y en lo posible óptimas, los proyectos tienen etapas definidas en el tiempo y éstas a su vez se dividen en actividades, con duraciones estimadas y con especificaciones claras de logro. Siempre se trabaja con recursos limitados y con especificaciones de tiempo, costos, calidad y resultados esperados.

*El ingeniero transforma situaciones, produce cambios, utilizando para ello los conocimientos científico-técnicos disponibles en el momento.* El ingeniero está siempre actualizando la tecnología y aplica los descubrimientos de la ciencia para dicho mejoramiento.

*El ingeniero tiene la habilidad de aplicar el conocimiento de la matemática y de las ciencias naturales, como la física, la química y la biología, para desarrollar soluciones económicas a problemas técnicos.* A medida que ha transcurrido el tiempo en la historia de la humanidad, la ingeniería ha utilizado cada vez mejor los descubrimientos de la matemática, de las ciencias naturales, de la informática y de las ciencias sociales, para transformar ideas y convertirlas en realidades. El trabajo del ingeniero es el que une los descubrimientos científicos con las aplicaciones comerciales que satisfacen las necesidades de los consumidores.

*Diseñar es una actividad común en todos los ingenieros.* El conocimiento científico es la base sobre la cual se construyen prototipos de bienes o servicios a partir de las necesidades sentidas de la comunidad.

*El ingeniero es un ser pensante, que analiza, que raciocina, que genera ideas y que las plasma en artefactos, sistemas, servicios, productos o prototipos.* La mayor producción de un ingeniero es la intelectual, pero él siempre va más allá de las ideas y las transforma en bienes o servicios que necesita la sociedad. Un ingeniero puede pensar en su proyecto en la playa, en un aeropuerto, en su oficina o en la mitad de un ruidoso bar.



Los ingenieros que trabajan en departamentos de investigación y desarrollo de las empresas no hacen otra cosa que estudiar y conocer los avances en el campo de los materiales, de los procesos, de la tecnología y de la ciencia en general, para buscarles aplicación en forma de prototipos de aparatos o soluciones a los problemas o necesidades de los clientes. Los ingenieros son científicos porque aplican las ciencias naturales y la física en particular; son niños porque mantienen el espíritu curioso e investigador de cómo son las cosas, para qué sirven y cómo mejorarlas.

A partir de necesidades manifiestas de los clientes o de un conocimiento específico de un sector comercial, los ingenieros de investigación y desarrollo, aunados con los de mercadeo, con los de compras, con los encargados de analizar los productos de la competencia, van elaborando un producto conceptual, al cual se le hace un estudio de factibilidad económica, tecnológica, de seguridad y confiabilidad. De allí nace un diseño preliminar, se planea su proceso y su diseño final, hasta convertirlo en un producto o servicio manufacturable. Actualmente, existen herramientas computarizadas sofisticadas de ayuda para el diseño y simulación de procesos de fabricación de prototipos, circuitos o servicios.

Además del diseño y desarrollo de bienes y servicios, muchos ingenieros trabajan en la producción, en el aseguramiento de la calidad, en el mantenimiento, en la logística de los materiales y de los bienes en proceso, en el transporte y bodegaje, y en la programación de actividades de producción y logística. Estos ingenieros dirigen y super-

visan la producción de las fábricas, determinan cuáles pueden ser las posibles causas de falla en los productos o sus componentes, prueban los bienes o sus partes con el fin de mantener la calidad. Estiman el tiempo, los costos, los métodos de fabricación y el manejo ambiental que debe darse.

*Todas las ingenierías utilizan la experimentación, la observación y el análisis de datos.* En ocasiones es posible hallar generalidades o leyes a partir de los experimentos realizados, pero en la mayoría de los casos no. Esa es quizá la diferencia entre el método científico y el método de ingeniería. El avance en el conocimiento puede ser muy lento o de pronto producir resultados espectaculares. El método de ensayo y error, muy utilizado por los griegos, cobra un valor enorme con la ayuda de tecnologías computarizadas. Las heurísticas no son otra cosa que una aplicación inteligente del famoso método de Pitágoras.

*Todos los ingenieros utilizan bastante los computadores* para producir y analizar diseños, para simular y probar cómo funcionan las máquinas, o cómo funcionan los sistemas, para generar especificaciones de calidad de las partes, para controlar la eficiencia de los procesos y para monitorear la calidad de los productos. Hoy en día, los ingenieros desarrollan nuevos materiales y procesos, a un tamaño prácticamente molecular, elaborando y diseñando los nuevos principios de la llamada nanotecnología.

Actualmente, existen paquetes de *software* que permiten calcular ecuaciones diferenciales de alto grado y complejas, con muy poco margen de error en comparación con los resultados obtenidos utilizando métodos matemáticos formales. Lo mismo sucede en el diseño de estructuras, en la simulación de sistemas biológicos complejos. Hay ocasiones en que los resultados obtenidos en las simulaciones computarizadas son los únicos disponibles, debido a que en los sistemas reales es imposible hacer ensayos o experimentos por el alto costo que ello generaría, teniendo, obviamente, el cuidado de validar las conclusiones en los sistemas reales.



*La habilidad para diseñar sistemas, componentes y procesos* es otra de las características de los ingenieros[2]. Todas las especialidades o ramas de la ingeniería trabajan con procesos o sistemas, por ejemplo sistemas de transporte, ecológicos, de control, de mantenimiento, etc.; procesos continuos como la mayoría de los procesos químicos o intermitentes como las líneas de ensamble de automotores o de electrodomésticos. Los ingenieros tienen la habilidad de descomponer dichos sistemas o procesos en subsistemas, etapas, componentes, operaciones o partes para analizarlas y luego volverlas a integrar, con el fin de observar su comportamiento global, que en ocasiones tiene un efecto mayor que el de la suma de las partes.

En los primeros años de práctica profesional, los ingenieros están directamente relacionados con la producción de bienes o servicios, y a medida que ganan experiencia, van ascendiendo en su carrera profesional, orientándose hacia *la gestión o administración de recursos.* Hay desde gerentes o directores de proyectos específicos hasta gerentes generales, y finalmente presidentes de firmas o compañías.

*La organización y dirección o participación en equipos de trabajo* se convierte entonces en otro de los aspectos fundamentales de los ingenieros. Por lo general, no trabajan solos. Muchos ingenieros se aproximan a la administración, a la psicología y a la sociología para entender el comportamiento, individual y colectivo de las personas en el trabajo. Es cuando el ingeniero descubre que él tiene que vivir y trabajar con gente y que él es parte importante de la sociedad en gene-

2. Richard Felder & Rebecca Brent (2003). Designing and teaching courses to satisfy the Abet engineering criteria. *Journal of Engineering Education*, 92(1), p. 8.

ral. Su trabajo afecta a los demás y es afectado por los demás, aparte de que tiene consecuencias sociales. Dependiendo de las especialidades de la ingeniería, hay algunas que manejan altos riesgos económicos, sociales o ambientales. Es en este momento cuando *la ética empieza a cumplir un papel importante en las decisiones que toman los ingenieros*, porque de su forma de actuar van a depender la vida de sus semejantes, la continuidad del planeta o, simplemente, el bienestar de sus colegas.

En la actualidad, los equipos interdisciplinarios son una necesidad. Es aquí cuando el ingeniero debe ser profesionalmente competente y prestar su habilidad para analizar, evaluar y solucionar problemas en áreas diferentes de la suya. Además de sus competencias en el área específica de su profesión, el ingeniero debe aprender otras lenguas, está en obligación de entender y manejar sistemas y *software* distintos.

La abundancia de conocimientos y la rapidez con que se genera información relacionada con la ingeniería han llevado a la especialización de los ingenieros. En ciertos países, como Francia, aún se conservan algunas escuelas de ingenieros, donde la titulación es la de ingeniero. Pero en general, los ingenieros se han especializado con el tiempo.

La especialización más antigua es quizá la ingeniería civil, que nace como complemento de la ingeniería militar, famosa en los tiempos de guerra. Los ingenieros civiles diseñan y dirigen la construcción de vías, edificios, aeropuertos, túneles, represas, puentes, acueductos y alcantarillados, y en general lo que se conoce como obras civiles o infraestructura básica. En el diseño de sus proyectos tienen que considerar las condiciones de los terrenos, sus riesgos ambientales, la sismicidad, el efecto del clima y de los vientos, el ciclo de vida y la vida útil de la obra, los materiales y equipos que se van a utilizar



y sus costos, la tecnología disponible, la mano de obra necesaria, entre otros aspectos. El diseño estructural, la geotecnia, los recursos hídricos, las condiciones ambientales, las vías y transportes son áreas con desarrollo propio dentro de la ingeniería civil.

Otra de las especializaciones más antiguas de la ingeniería es la mecánica. Los ingenieros mecánicos diseñan, desarrollan, fabrican y mantienen todo tipo de máquinas y aparatos mecánicos. En sus diseños, deben considerar las condiciones de los materiales, la factibilidad económica y técnica, las especificaciones de producción y de calidad, las condiciones de transporte y mantenimiento.

La ingeniería química, por su parte, se encarga del diseño, construcción y operación de instalaciones que elaboran procesos químicos, así como del desarrollo de sustancias químicas y bioquímicas. Los ingenieros químicos deben estar muy pendientes de los efectos de la contaminación del ambiente a causa de sus productos o de los desechos que resultan en el proceso de producción.

La ingeniería industrial nace de la necesidad de organizar los sistemas productivos, de mejorar su productividad y de encontrar y estandarizar los mejores métodos para hacer las cosas. La planeación, programación y control de las actividades relacionadas con la producción de bienes y servicios, al igual que todo lo relacionado con la logística u organización del movimiento de materiales, productos en proceso y bienes terminados y el aseguramiento de la calidad, son funciones naturales de los ingenieros industriales. Esta rama de la ingeniería, por la necesidad de organizar el trabajo de las personas, tiene mucho que ver con la administración. En algunos países existe la llamada ingeniería administrativa, para organizar los sistemas productivos de una manera más científica.

La ingeniería eléctrica es otra de las especializaciones más antiguas. Los ingenieros electricistas diseñan, desarrollan, prueban y dirigen la manufactura de equipos eléctricos, entre los que se pueden mencionar motores eléctricos, artefactos de control, alumbrados y cableados eléctricos, generación de energía, control y conducción de ésta desde las fuentes hasta los usuarios. Estos ingenieros se han especializado en la generación y oferta de energía, así como en el desarrollo de todos los artefactos relacionados con dicha actividad[3].

La ingeniería electrónica nace a partir de la eléctrica y se especializa en el control de sistemas y en el procesamiento de señales. Los ingenieros electrónicos diseñan, desarrollan, prueban y dirigen la manufactura de equipos electrónicos, de control, de comunicaciones, de electromedicina y de autómatas. El uso intensivo de controladores y sensores en la automatización ha mostrado la ruta hacia un nuevo campo, conocido como robótica, en el que los ingenieros electrónicos forman parte de equipos interdisciplinarios.

La ingeniería de ciencias de la computación, informática, o de sistemas, es otra de las especializaciones de la ingeniería que ha tenido un desarrollo paralelo al de la tecnología de los computadores y de las redes de comunicación entre éstos. Los ingenieros de sistemas se encargan de diseñar, desarrollar software, bases de datos, algoritmos, inteligencia artificial, sistemas operacionales, comunicaciones hombre-máquina, métodos de computación. Así mismo, dirigen centros de cómputo, mantienen en funcionamiento los sistemas de computación y cálculo de las empresas y entidades de servicios. Actualmente, con los desarrollos de internet, mantienen comunicación, desarrollan transacciones comerciales y educativas a través de la red.

3. Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesiones Afines (2007). Caracterización profesional de ocho especialidades de la ingeniería. Bogotá, Colombia.



La ingeniería ambiental es el producto del desarrollo de una de las áreas de ingeniería civil, para tratar de resolver los problemas ambientales generados por las obras civiles, la contaminación industrial, las basuras, los desechos, los ruidos, etc. Los ingenieros ambientales predicen, formulan, aplican y controlan procedimientos de gestión para disminuir la contaminación del suelo, del agua y del aire. Además, conciben modelos y formas de desarrollo que puedan ser ambientalmente sostenibles en el tiempo.

La ingeniería agrícola aplica los conocimientos científicos y tecnológicos a la agricultura y al uso eficiente de los recursos biológicos. Los ingenieros agrícolas diseñan maquinaria y equipos que se utilizan en la siembra y cosecha de cultivo, procesos de manejo y producción de productos agrícolas, frutas y verduras, cárnicos y lácteos, construcciones e infraestructuras rurales, sistemas de riego y de drenaje, manejo ambiental de residuos agroindustriales, manejo de poscosecha, almacenamiento y conservación de productos agrícolas.

La ingeniería agroindustrial se puede considerar un desarrollo de otras ingenierías. Los ingenieros agroindustriales diseñan, programan y controlan sistemas de producción de origen animal o vegetal, y orientan la producción industrial de éstos; así mismo, orientan el manejo, conservación y comercialización de los productos agrícolas y pecuarios, dentro de una óptica de desarrollo sostenible y de bienestar de la humanidad.

A medida que el progreso y el desarrollo científico-técnico avanzan, la ingeniería se especializa cada vez más en la solución de problemas de sectores y ramas económicas o de aspectos muy particulares de la sociedad; así han ido apareciendo ingenierías como la aeroes-

pacial, aeronáutica, biomédica, electromecánica, de materiales, mecatrónica, metalúrgica, de minas, naval, nuclear, de petróleos, de telecomunicaciones, etcétera[4].

## LA EDUCACIÓN DEL INGENIERO

La educación de los ingenieros debe ofrecer una cimentación firme, fomentar hábitos de lectura y de estudio, así como proveer espacios de reflexión y de análisis, para que el egresado pueda construir sus competencias profesionales y sociales.

La selección de los temas de aprendizaje y la profundidad que se debe dar a las áreas básicas, básicas de ingeniería, profesionales y complementarias, es una tarea que deben cumplir los directivos universitarios cuando planean los currículos. Por tal razón, los encargados de la administración universitaria deben tener una concepción muy clara de la verdadera naturaleza de la educación y de sus fines, deben ser un muestrario de valores, practicantes de la ética en todas sus actuaciones y poseedores de un juicio excelente.

La educación de los ingenieros soporta las bases productivas, de infraestructura y de funcionamiento de la sociedad, por lo que no puede tomarse a la ligera. En la planeación del currículo, es importante la selección de los temas imprescindibles, que contribuyan a la solución de los problemas y de las necesidades del país, y que apunten al desarrollo futuro y... al más allá. Por eso los objetivos de los programas deben estar sistematizados y organizados, de manera tal que los ingenieros egresados posean conocimientos útiles y concretos, y puedan razonar para aplicar sus conocimientos en situaciones nuevas y desconocidas.

4. Ómar Romero Hernández & David Muñoz. *Introducción a la ingeniería*. Google Books.



El conocimiento que debe tener un ingeniero es similar a un árbol con buenas raíces, si se quiere soportar toda una estructura de sabiduría y valores. En el proceso de aprendizaje de los principios fundamentales de su carrera, el estudiante de ingeniería tiene que hacer una especie de espiral entre la teoría y la práctica, para aprender a resolver problemas prácticos de su área profesional. La educación, profesional o técnica, debe proporcionar conocimientos y técnicas avanzadas, así como herramientas prácticas para enfrentar los problemas de la profesión.

El producto final de la educación en ingeniería, sin embargo, no debe ser únicamente una persona que resuelve problemas, ni tampoco un almacenamiento memorístico de conocimientos. El ingeniero debe ser capaz de pensar lógica y claramente, de evaluar y de discriminar; igualmente debe tener originalidad y poder seguir el método de la ingeniería para enfrentar la solución de problemas. A medida que pasan los años en el ejercicio de la profesión, el ingeniero deberá desarrollar juicio y forma de pensar de ingeniero, que es la base de su estatus profesional.

En momentos en que la globalización se hace parte de nuestro diario vivir, la educación en ingeniería debe brindar a los futuros ingenieros el entrenamiento necesario para participar en equipos multidisciplinarios, aprendiendo a convivir y a entender a otros profesionales, a poder comunicarse con ellos, en uno o varios idiomas y en el lenguaje propio de la profesión.

Pero el ingeniero es además un miembro importante de una sociedad organizada, de la cual obtiene beneficios y a la cual debe retribuir de alguna manera. Un comportamiento ético y transparente es su mejor carta de presentación ante sus congéneres. El ingeniero debe contribuir con su capacidad de pensamiento para dar respuesta a sus responsabilidades sociales. Debe convertirse en motor del cambio y

de la mejora de la sociedad de la que forma parte. Los ingenieros han de iniciar un papel de liderazgo en la visualización de los problemas del desarrollo y de las políticas de gobierno para orientar al país.

El ingeniero, en el transcurrir de su profesión y durante su formación, deberá aprender muchas cosas, que aparentemente no están relacionadas con lo que hace. Su contacto con las ciencias sociales, las humanidades, la economía y el arte debe ser una verdadera fuente de nutrición para su espíritu y un pasaporte para entender las diversas formas de pensar existentes. La imagen del ingeniero que tiene una forma de pensar cuadriculada ha terminado.

La experiencia enseña que al iniciar la profesión, los ingenieros están en contacto directo con cosas materiales y algunos tienen que dirigir grupos de trabajadores que están bajo su mando. La responsabilidad de organizar personas va adquiriendo importancia a medida que se asciende en el escalafón de la profesión. Los futuros ingenieros deben entender que el estudio de las humanidades no es una costura sino un aspecto clave en su relación con otras personas, para entender la complejidad de los deseos, aspiraciones, creencias y del comportamiento humano en determinadas circunstancias.

En la actualidad, a partir de la Ley 30 de 1992, las instituciones de educación superior colombianas deben aportar a la formación integral de los profesionales, y la educación en ingeniería, en particular, debe ser factor de desarrollo científico, cultural, económico, político y ético a nivel nacional y regional.



## RESUMEN

### Características de los ingenieros

- Son seres que analizan, razonan, generan ideas y las plasman en artefactos, sistemas, servicios, productos o prototipos.
- Son éticos en el momento de tomar decisiones.
- Son los motores del cambio de la sociedad y producen su confort.
- Generan seguridad y confianza a la sociedad en todo lo que hacen.
- Planean, desarrollan y evalúan proyectos.
- Poseen habilidades matemáticas, físicas, químicas, biológicas y sociales para desarrollar soluciones económicas a problemas técnicos.
- Unen los descubrimientos científicos con las aplicaciones comerciales.
- Diseñan y desarrollan soluciones.
- Utilizan la experimentación, la observación y el análisis de datos en su trabajo.
- Usan bastante los computadores.
- Poseen habilidades para diseñar sistemas, componentes y procesos.
- Gestionan y administran recursos.
- Organizan y dirigen en equipos de trabajo interdisciplinarios, a la vez que participan en ellos.

## Campos de acción de los ingenieros

| Ingenieros | Esto es lo que hacen |
|---|---|
| **Civiles** | Diseñan y dirigen la construcción de vías, edificios, aeropuertos, túneles, represas, puentes, acueductos y alcantarillados y, en general, lo que se conoce como obras civiles o infraestructura básica. |
| **Mecánicos** | Diseñan, desarrollan, fabrican y mantienen todo tipo de máquinas y aparatos mecánicos. |
| **Químicos** | Diseñan, construyen y operan instalaciones que elaboran procesos químicos, y que desarrollan sustancias químicas y bioquímicas. |
| **Industriales** | Organizan los sistemas productivos, mejoran su productividad y estandarizan los mejores métodos para hacer las cosas. Planean, programan y controlan las actividades relacionadas con la producción y la logística de bienes y servicios, y aseguran la calidad de los bienes. |
| **Electricistas** | Diseñan, desarrollan, prueban y dirigen la manufactura de equipos eléctricos, entre los que se pueden mencionar motores eléctricos, artefactos de control, alumbrados y cableados eléctricos, generación de energía, control y conducción de ésta desde las fuentes hasta los usuarios. |
| **Electrónicos** | Diseñan, desarrollan, prueban y dirigen la manufactura de equipos electrónicos, de control, de comunicaciones, de electromedicina y de autómatas. |
| **De sistemas y computación** | Diseñan y desarrollan *software*, bases de datos, algoritmos, inteligencia artificial, sistemas operacionales, comunicaciones hombre - máquina, métodos de computación. |
| **Ambientales** | Predicen, formulan, aplican y controlan procedimientos de gestión para disminuir la contaminación del suelo, del agua y del aire. |



| Ingenieros | Esto es lo que hacen |
|---|---|
| **Agrícolas** | Diseñan maquinaria y equipos agrícolas que se utilizan en la siembra y cosecha de cultivo, procesos de manejo y producción de productos agrícolas, frutas y verduras, cárnicos y lácteos, construcciones e infraestructuras rurales, sistemas de riego y de drenaje, manejo ambiental de residuos agroindustriales, manejo de poscosecha, almacenamiento y conservación de productos agrícolas. |
| **Agroindustriales** | Diseñan, programan y controlan sistemas de producción de origen animal o vegetal, y orientan la producción industrial de éstos; así mismo, orientan el manejo, conservación y comercialización de los productos agrícolas y pecuarios, dentro de una óptica de desarrollo sostenible y de bienestar de la humanidad. |
| **Aeroespaciales, aeronáuticos, biomédicos, electromecánicos, de materiales, mecatrónicos, metalúrgicos, de minas, navales, nucleares, de petróleos, de telecomunicaciones, etcétera** | Diseñan, programan y controlan sistemas de producción de bienes y servicios que tienen relación directa con su rama.<br><br>Desarrollan métodos y tecnologías que implican el progreso de sus ramas específicas. |

***"El profesor de ingeniería debe poseer una formación integral para transmitirla mediante el ejemplo a sus alumnos. Debe ser un prototipo de perfección ética, de aprendizaje y de conquista del saber, de disciplina, de armonía y de alegría con la vida y con la profesión".***

# 2
# ¿Qué es un profesor de ingeniería?

*"Un buen profesor es aquel que tiene la sinceridad que proviene del corazón honesto; la capacidad intelectual y la energía para ganar un conocimiento profundo de su tema de estudio; el profundo interés en los estudiantes que lo motive a hacer la mejor enseñanza de la que sea capaz; el conocimiento para contribuir con la formación profesional y personal de sus estudiantes; una personalidad que contenga aquellas características que le permitan trabajar a gusto con las personas y tener un gran entusiasmo por su trabajo".*

**Fred C. Morris**

A un buen profesor su estudiante nunca lo olvida, porque él ha logrado transmitirle sus ideas. "Los buenos profesores tienen la habilidad de enseñar bien su materia y, adicionalmente, la rara capacidad de estimular vitalmente la imaginación y el entusiasmo de los estudiantes, retándolos a desarrollar sus capacidades al máximo"[5].

5. Fred Morris (1950). *Effective teaching: a manual for engineering instructors*, Committee on Teaching Manual American Society for Engineering Education. McGraw Hill Book Co.

Un buen comienzo, para los profesores que desean mejorar sus métodos de enseñanza, consiste en reflexionar sobre por qué escogieron esta profesión sobre otras muchas opciones de vida. En su respuesta mental, en algún momento, tiene que haber algo parecido a lo siguiente: "Me gusta trabajar con gente joven y me gusta enseñar". Así como los escultores dedican tiempo y estudio a conocer el mármol o la madera que van a utilizar en sus obras, los profesores deben dedicar tiempo y estudio a conocer a sus estudiantes.

El éxito de un profesional está en hacer lo que más le gusta. Para un profesor, es necesario disfrutar la mayoría del tiempo que pasa con sus estudiantes. Para nadie es un secreto que esta profesión conlleva momentos de ingratitud e incomprensión, pero también momentos de orgullo por los buenos resultados de las personas que contribuyó a formar. Los segundos deberán estar por encima del promedio.

Un buen profesor dedica tiempo a sus estudiantes. En este momento de reflexión, piense en sus mejores profesores. Encontrará que esos profesores siempre tuvieron tiempo, así fuera breve, para comunicarse con usted. Ellos lograron hacerlo partícipe de sus ideas, del rumbo de sus investigaciones, de los temas de avanzada de su materia y lo retaron, así fuese muy implícitamente, a seguirlo. Conocieron sus capacidades y sus intereses, y trataron de involucrarlo en el desenvolvimiento de sus ideas. Muy seguramente usted terminó siendo su monitor o auxiliar, miembro de uno de sus grupos de trabajo o simplemente un discípulo que nunca los olvidó, así jamás les manifestara su agradecimiento.

Los buenos profesores, en el intermedio de los contactos con sus alumnos, les van señalando nuevos caminos, nuevas rutas de exploración en el saber o en el campo práctico. Es igual a una carrera con postas de duración infinita, en la que los profesores deben asegurar que los cambios y el progreso continúen, mediante la natural superación de los alumnos. Siempre se debe instar a los alumnos a mejorar las marcas de su profesor, y él debe liderar la competencia, tratando, mediante un trabajo muy disciplinado, de no dejarse alcanzar y de que sus estudiantes mejoren cada día.



La personalidad, los métodos de enseñanza, las formas de convencimiento de esos grandes profesores muy seguramente eran diferentes. Pero la pasión por su materia, el estudio permanente de los temas que eran el estado del arte en la profesión, su investigación y profundización sobre lo que creían importante, el relato o la escritura de sus descubrimientos para orientar a sus alumnos, fueron constantes en todos ellos. Las clases de estos profesores nunca fueron las mismas en el siguiente semestre, porque siempre incluían cosas nuevas, porque experimentaban nuevas formas de aprendizaje o de didáctica. Revisaban los programas de sus clases semestralmente y siempre incluían la bibliografía más actualizada en ese momento.

Un buen profesor no es necesariamente un superhombre, es una persona común y corriente, pero eso sí, dedicada a su profesión. Ante todo, es una persona sincera y confiable, con una sabiduría construida con base en estudio, experimentación e investigación, que se empeña en lograr lo que se propone y da todo lo que sabe, sin esperar recompensas.

Los buenos profesores son por lo general buenos lectores, porque reconocen que los desarrollos de la ciencia y de la tecnología son el resultado de esfuerzos paralelos de sus pares en distintas latitudes del mundo. Esa cualidad tratan de repetirla en sus alumnos, porque los profesores enseñan con el ejemplo. En la actualidad, no es difícil imaginar la necesidad de aprender a leer en varios idiomas, para poder tener a tiempo la información actualizada sobre los temas de estudio y evitar la espera de traducciones trasnochadas.

En el pasado hubo discusiones interminables sobre la necesidad de que los profesores tuvieran al menos un doctorado. Excelentes profesores, verdaderos maestros, han realizado su labor sin tenerlo. Pero las exigencias actuales, especialmente las de los indicadores de calidad del profesorado, hacen muy difícil mantenerse en la carrera docente sin el respaldo de un doctorado, como requisito mínimo de interés por la investigación.

El doctorado debe verse como una oportunidad de profundizar en temas o aspectos importantes de la profesión, y como un proceso de entrenamiento para la reflexión y la escritura de artículos y tesis. Los profesores de ingeniería deben buscar nuevos caminos, nuevas opciones y diversas líneas de investigación, tratando siempre de innovar, de reinventar las cosas, de adaptarse y de incorporar las tecnologías de punta.

Además de los doctorados de perfeccionamiento en los temas específicos de la ingeniería, los doctorados en educación en ingeniería son también una buena opción.

"Investiga sobre lo que enseñas y publica lo que investigas". Este mandamiento para los profesores de ingeniería muestra la necesidad de mantener una relación muy estrecha entre la docencia, la investigación y la publicación de lo hecho. Un buen profesor cumple siempre con este mandato. No es necesario que todas sus opiniones se publiquen en revistas de máxima categoría, que son las que aportan puntos en escalafones bien conocidos. Lo importante para él es que sus alumnos conozcan su forma de pensar y ésta se conoce mejor cuando está escrita.

Según Morris, entre las características de un buen profesor están "su capacidad intelectual y la energía empleada para ganar un conocimiento profundo de su tema de estudio". Detrás de esta frase están



la lectura, la reflexión, la investigación y la publicación permanentes. El conocimiento profundo es el que se logra a través del análisis crítico, y la síntesis de la reflexión, de la comprensión de los enunciados teóricos, es la conceptualización. Es el verdadero entendimiento de los conceptos y de las teorías, para poder aplicarlas en diversas circunstancias y situaciones reales, diferentes de las aprendidas.

La experimentación y aplicación de conceptos y teorías, con el objetivo de encontrar soluciones a las necesidades más sentidas de la sociedad, agrega valor al trabajo de un profesor de ingeniería. Esa es la verdadera relación dialéctica entre teoría y práctica, porque quedarse en una sola de ellas sólo conduce a desviaciones como la famosa torre de marfil o la pragmática racionalidad técnica. La experiencia y el conocimiento que allí se ganan es lo que realmente puede contribuir a la formación profesional y personal de sus estudiantes. Este es un conocimiento útil para todos y lleva la marca regional o nacional en su aplicabilidad.

Cuando se tienen metas claras hacia el futuro, es posible planear. La planeación, como la calidad, son parecidas a la lluvia, que cae de arriba hacia abajo, llega hasta el suelo, posibilita la vida de los seres vivos, y con el calor del sol se transforma en vapor y sube nuevamente, para formar nubes y nuevamente lluvia, en un ciclo enriquecedor, en condiciones óptimas, o en un ciclo empobrecedor que lleva a la degradación del medio ambiente. El símil de la planeación con la lluvia muestra la importancia que en la dinámica curricular tienen los directivos administrativos. Los objetivos generales de las universidades y de las carreras deben estar ligados con los objetivos planteados en las clases. Los buenos profesores siempre planean sus clases, y esto se refleja en el programa que presentan a sus estudiantes el primer día de clase, e incluso antes, utilizando medios como internet.

También en el desarrollo de cada una de sus clases, el profesor debe estar preocupado por señalar el rumbo de los últimos acontecimientos científicos y tecnológicos de su materia, en el concierto académico mundial. No debe ser ajeno al uso de tecnologías informáticas, ni a la experimentación en los laboratorios o en el campo para facilitar el aprendizaje de sus estudiantes, que es a la larga lo que más importa en el ejercicio docente.

"Los ingenieros –y particularmente los docentes de ingeniería– son personas que, debido a las repercusiones sociales de su tarea, están obligadas a saber por qué hacen las cosas, para qué las hacen y, sobre todo, para quién las hacen; en consecuencia, deben vencer el marco siempre estrecho que ofrece la técnica, para lo cual, en lugar de adiestrarlos para que acepten mecánicamente el compromiso de transformar el mundo físico, o aprovechar sus recursos, se les orienta hacia la indagación crítica de lo que significa habitar el espacio, las razones históricas que gobiernan y determinan tales modificaciones, y las circunstancias sociales y culturales que definen la forma como se vive en él"[6].

Los profesores Albeniz, Cañón, Salazar y Silva señalan una característica adicional para los profesores de ingeniería: *la indagación crítica*, que se ha de transmitir de alguna manera a los estudiantes. Una gran raíz filosófica debe sostener el árbol del pensamiento, para que los ingenieros conozcan los valores culturales de la sociedad, su historia, sus modelos económicos, sus formas de organización, para que sientan que son parte primordial de ella y para que contribuyan a su mejoramiento.

6. Vicente Albeniz, Julio César Cañón, Jaime Salazar & Eduardo Silva (2007). Tres momentos del compromiso docente en ingeniería. Análisis crítico de la experiencia colombiana. Bogotá, Colombia: Grupo de Investigación Educing, p. 16.



La evaluación para un buen profesor no es una nota, es un proceso de observación y de mejora continua de su discípulo. Para este profesor lo primordial es que sus estudiantes se transformen en seres humanos cada día mejores y con un papel de cambio en la sociedad.

## RESUMEN

### Características de los profesores de ingeniería

- Aman su profesión.
- Disfrutan la mayoría del tiempo que pasan con sus estudiantes.
- Dedican tiempo a sus estudiantes, y les van señalando nuevos caminos, nuevas rutas de exploración en el saber o en el campo práctico.
- Demuestran pasión por su materia, conocen los temas que son el estado del arte en su profesión, investigan y profundizan sobre lo que creen importante, escriben sus experiencias para orientar a sus alumnos.
- Son personas comunes y corrientes, pero dedicadas a su profesión.
- Son buenos lectores, porque reconocen que los desarrollos de la ciencia y de la tecnología son el resultado de esfuerzos paralelos de sus pares en distintas latitudes del mundo.
- Mantienen una relación muy estrecha entre la docencia, la investigación y la publicación de lo que han hecho.
- Planean sus cursos y sus clases, y esto se refleja en el programa, que presentan a sus estudiantes el primer día de clase, e incluso antes, utilizando medios como internet.
- Están obligados a saber por qué hacen las cosas, para qué las hacen y, sobre todo, para quién las hacen.
- Señalan el rumbo de los últimos acontecimientos científicos y tecnológicos de su materia, en el concierto académico mundial.
- Practican y transmiten a sus estudiantes la indagación crítica.

***"Profesor de ingeniería: dedique unos minutos a sus estudiantes, antes o después de clase, para contarles sus experiencias, sus trabajos y sus investigaciones, y trate de involucrarlos en ellos. Dígales cómo los ve usted en las clases e indíqueles opciones de estudio y proyectos de vida para el futuro".***

# 3
# Importancia de la motivación en el éxito de la profesión

*"Nadie puede ser grande en una profesión sin amarla, respetarla y hacerla conocer de los demás. Amad la vuestra y hacedla conocer de los demás, por una conducta noble y virtuosa".*

**Francisco José de Caldas**

Tomando las palabras del sabio colombiano más famoso, el amor por la profesión es la condición imprescindible del éxito futuro. El amor por lo que se hace da sentido a la vida y aclara el papel del individuo dentro de la sociedad. El que ama su profesión tratará de contribuir a engrandecerla y a volverla la mejor de todas, se sentirá orgulloso y feliz de hacerla conocer y respetar de los demás; obviamente, los profesores de ingeniería *deberán amar a la ingeniería*[7].

El profesor de ingeniería debe conmover y hacer vibrar las fibras del corazón de sus estudiantes cuando hable de la profesión que más

7. Luis Ernesto Blanco Rivero (2007). El amor por la profesión, condición para el éxito. Cartagena, Colombia: XXVII Reunión Nacional de Acofi.

contribuye al bienestar de la sociedad. Pero a veces los hechos dicen más que las palabras. Con el ejemplo, a través de los proyectos, en la forma de analizar las situaciones, en la manera de utilizar el método de ingeniería, con la honradez en cada una de sus actuaciones y con el trato con sus semejantes, el profesor debe motivar a sus estudiantes.

El amor por la profesión debe ser el requisito básico de los profesores de ingeniería, que constituye de hecho una nueva profesión. Si se es profesional de la formación, se debe estar completamente motivado en lo que se hace. "El profesor de ingeniería debe explorar todas las formas posibles de compartir su pasión por su materia con sus estudiantes, quienes son a menudo muy diferentes de nosotros, sus profesores"[8]. El profesor debe sentir pasión por lo que hace y debe entender que su misión es formar excelentes ingenieros para el mundo.

El amor por la profesión debe llevar al profesor de ingeniería al conocimiento de ésta, y a la ubicación de su carrera específica y de su materia en el mapa de las competencias, de los saberes necesarios y de las prácticas de la profesión. Para poder hacer conocer la profesión de los demás, es requisito conocerla muy bien; entender la complejidad de la ingeniería, concebida como una red, con sus nodos, ramas e interconexiones, es tarea muy difícil, especialmente si se quiere llegar a la especificidad, a causa del cambio permanente que se experimenta. Pero no es necesario llegar al detalle, se debe señalar el camino y el estudiante, si quiere, lo recorrerá por su cuenta.

El estudiante debe sentir, ante todo, la emoción transmitida por su profesor cuando le habla de su profesión. El estudiante motivado debe sentir que su carrera, y su futura profesión, es la mejor de todas.

8. L.D. Fink, Susan Ambrose & Daniel Wheeler (2006). Becoming a professional engineering educator: a new role for a new era. *Workshops of teaching*, p. 3. Artículo que se encuentra en las memorias del curso taller Educación en ingeniería, marzo, organizado por Acofi y las universidades Nacional y de los Andes.



El profesor necesita conocer cómo su materia contribuye a la formación del futuro profesional y tratar de balancear la teoría con la práctica. El método científico es de gran ayuda en este proceso. Una vez que el estudiante se motiva, basta con indicarle las fuentes, señalarle los caminos, brindarle diferentes formas de aprendizaje y él, por sí mismo, aprenderá.

Los ingenieros han sido seres especiales. Basta con señalar al frente, sin importar la dirección, y allí se encontrarán una obra, un sistema, un diseño, un aparato, una mejora, hechas por un ingeniero para el servicio de la sociedad. De manera que pertenecer al gremio debe ser motivo de orgullo. Múltiples ejemplos de valor agregado social, en la rama específica de la ingeniería de su especialidad, encontrará el profesor para motivar a sus alumnos y darles el impulso necesario para el cambio de actitud, hacia la materia y hacia la vida.

La impresión que causa el profesor en los estudiantes en su primera clase es fundamental. El aula de clase es el escenario natural para que los profesores muestren lo que piensan sobre la ingeniería y sobre la especialización particular de su profesión. Esos minutos, que se dedican a mostrar el panorama y la ruta del aprendizaje que se emprenderá, son quizá los más importantes de todo el desarrollo de la asignatura. Son esos momentos los que "activan" al estudiante, son el botón que prende la atención y son el estímulo para la necesaria motivación por la profesión. Una vez que el estudiante ha sido activado, su propia naturaleza inquisitiva lo motivará.

Muchas veces, a manera de broma, decimos que los estudiantes de determinada carrera "no caminan sino que levitan", o que parecen vivir en un mundo más elevado que el nuestro. Ese es, precisamente, el efecto que causan profesores motivadores en sus estudiantes. Los hacen sentir y vivir la importancia de la profesión. Los hacen sentir

importantes en el contexto social y les hacen gustar los aspectos relevantes de la profesión.

Un buen profesor de ingeniería debe despertar la creatividad innata de los ingenieros, que ha quedado latente en algún momento. Muchos profesores de ciencias básicas aprovechan esta característica de los estudiantes de ingeniería para hacer más agradable su enseñanza y para relacionar sus temas con el futuro desarrollo de la profesión de sus estudiantes. Obviamente, los profesores ingenieros tienen que saber los aspectos claves de la profesión y hacer uso de ellos para motivar a sus estudiantes.

La forma como el profesor dirige la clase, la manera como entiende qué es lo más importante en el aprendizaje y el modo como él evalúa el trabajo de los estudiantes tienen mucho que ver con la motivación de éstos. El estudiante debe visualizar un horizonte realizable y viable para sus actividades. El estudiante motivado aprende mejor, de manera que debe tener la convicción de que su labor lo conduce al logro de las metas trazadas; por el contrario, cuando el estudiante descubre que así se esfuerce al máximo no logrará aprender, tenderá a desmotivarse y a abandonar la asignatura.

El aprendizaje debe tener sentido para el estudiante y gran parte de la tarea motivadora del profesor consiste en hacer que los contenidos temáticos de la asignatura lo tengan para él; si esto se logra, la propia motivación del estudiante hará el resto.

Anteriormente se dijo que los buenos profesores dedican tiempo a sus estudiantes en el contacto con sus alumnos, les van señalando nuevos caminos, nuevas rutas de exploración en el saber o en el campo práctico. Esa comunicación franca y sincera es la mejor forma de motivar. Este intercambio amistoso de ideas es una buena oportunidad para conocer los intereses de los estudiantes y el profesor debe ingeniar la forma para incorporarlos dentro de sus estrategias de aprendizaje.



Cuando el profesor comunica a sus estudiantes, en forma clara y precisa, los objetivos de aprendizaje que pretende lograr, y el modo como los evaluará, el estudiante tiene oportunidad de manifestar sus opiniones al respecto. Una buena negociación puede asegurar el logro de los objetivos de aprendizaje. El respeto de los estudiantes por su profesor muchas veces se incrementa cuando ellos ven que hay una persona que los comprende y que está muy interesada en su aprendizaje.

Conocer muy bien a sus estudiantes, lo cual no es fácil y a veces imposible, debe ser una de las características importantes de un buen profesor; ésta es una tarea esencial, de manera que le dedicaremos tratamiento especial más adelante. Conocer las diferencias en las formas y estilos de aprendizaje habilita al profesor para asignar tratamientos especiales a los estudiantes que lo requieren, sin que esto signifique parcialidad o injusticia. Para aquellos estudiantes que son colaboradores y que aman el trabajo en grupo, el solo hecho de dejarlos trabajar de acuerdo con su modo preferido de actuar, es una actitud motivadora inicial del profesor, que se incrementa notablemente a través del intercambio normal de los equipos de trabajo.

Cuando los estudiantes ven que su profesor utiliza metodologías de aprendizaje activo con el objetivo de interesarlos en su mejoramiento, cuando ellos perciben que su profesor los orienta, los ayuda, los llena de sentimientos y de emociones positivas, cuando los anima a entender que el éxito o el fracaso en el logro de las metas se debe a sus propios esfuerzos, verán en él a una persona que los alienta y los motiva, y se sentirán obligados a mejorar su propio desempeño.

El profesor debe tener una idea real de los estudiantes actuales de su asignatura, para tratar de adaptar sus estrategias de enseñanza y de facilitar las formas de aprendizaje, a las verdaderas condiciones de sus alumnos. Esto hará que su asignatura no sea ni demasiado fácil ni muy difícil y que los estudiantes puedan tener una alta probabilidad de éxito. Se ha comentado antes que en estas condiciones los estudiantes se motivan. Si las exigencias del curso se adaptan a las condiciones reales de los estudiantes y a sus expectativas y necesidades, habrá una mayor oportunidad de alcanzar los propósitos y los desafíos.

El profesor de estudiantes de ingeniería ha de ser verdadero ejemplo de organización y planeación en sus clases. Este profesor debe tener en mente que el objetivo de su proyecto es el aprendizaje de sus estudiantes y, en consecuencia, debe preparar las actividades, entender las restricciones naturales de los estudiantes y de la asignatura, involucrar a sus estudiantes en su trabajo y evaluar de manera natural el éxito de sus actividades.

## RESUMEN

### Aspectos importantes para la motivación

- El profesor debe conocer muy bien su profesión, ha de estar orgulloso de ella y transmitir esta emoción a sus estudiantes.
- El estudiante debe sentir que su carrera y su futura profesión es la mejor de todas.
- El profesor necesita conocer cómo su materia contribuye a la formación del futuro profesional y tratar de balancear la teoría con la práctica.
- El profesor debe mostrar el panorama y la ruta del aprendizaje que se emprenderá, analizar su importancia futura y la contribución de la asignatura a la profesión.



- Un buen profesor de ingeniería debe despertar la creatividad innata de los futuros ingenieros.
- La comunicación franca y sincera entre profesor y estudiantes es la mejor forma de motivar.
- El estudiante motivado aprende mejor, de manera que debe tener la convicción de que su labor lo conduce al logro de las metas trazadas.
- El profesor debe conocer las diferencias en las formas y estilos de aprendizaje de sus estudiantes.
- El profesor debe utilizar metodologías de aprendizaje activo, mantener una actitud positiva y alentar y motivar a sus estudiantes hacia el logro de sus metas.

***"El profesor de ingeniería conoce la ubicación de su asignatura en el mapa del saber, sabe cuál puede ser la contribución de sus conocimientos a la profesión del futuro ingeniero y se la comunica. Busca la forma adecuada para que sus alumnos experimenten y conozcan la aplicación de lo enseñado".***

# 4
# Conocimiento de los estudiantes

*"Ser un profesor efectivo requiere que usted entienda –al menos en parte– las características de los estudiantes en su clase. Lograr esto es un verdadero desafío: tratar de entender a otro individuo es una tarea muy compleja, y tratar de entender y motivar a la totalidad de los estudiantes de la clase es obviamente mucho más difícil".*

**Cliff Davidson**[9]

Parece que conocer muy bien las características de todos los estudiantes de un curso y adaptar los métodos de enseñanza a dichas especificaciones son prácticamente una tarea imposible. De manera que la recomendación inicial para los profesores de ingeniería es que al menos sean conscientes de que existen diferencias en la forma de aprender de sus estudiantes y que es vital conocer cómo piensan ellos para saber cómo enseñarles.

Un primer intento para entender las diferencias de los estudiantes consiste en evaluar los conocimientos previos del estudiante. Es cier-

9. Cliff I. Davidson & Susan A. Ambrose (1994). *The new professor's handbook*. Wiley, Anker Publishing Co.

to que los planes de estudio especifican secuencias de prerrequisitos, con contenidos, temas y competencias que el estudiante debe tener al final del curso, pero el cumplimiento de los programas de los cursos tiene una altísima variabilidad.

El profesor debe saber muy bien cuáles son los conocimientos, conceptos y habilidades que el estudiante ha de poseer y que son imprescindibles para poder tomar su curso. Y tiene que preparar una prueba o examen que le permita reconocer si sus estudiantes, en su mayoría, los han aprendido. Este examen, además de servir para evaluar lo que el estudiante sabe, sirve para relacionar los temas del curso anterior con los temas que se verán más adelante en el curso. Es importante ligar, relacionar o "amarrar" los temas vistos con los que se verán, para facilitar en el estudiante su asociación y, por tanto, el almacenamiento y posterior evocación en la memoria a largo plazo.

Cuando una buena proporción de los estudiantes del curso posee los conocimientos, conceptos y habilidades, bastará con un breve repaso al comenzar las clases, para nivelar y destacar lo importante según la visión del profesor. Para los estudiantes que no tienen los conceptos claros, se les debe recomendar trabajo individual adicional para ponerse al día, o reiniciar el curso luego de superar los vacíos.

Si, por el contrario, la mayoría de los estudiantes no tiene los conceptos ni los conocimientos claros, el repaso debe ser para todos y ha de hacerse con mayor cuidado, asegurándose de que los estudiantes logren entender lo que se espera que ellos aprendan. Se debe tener cuidado en advertir a los estudiantes que pasaron la prueba y que, por lo general, detestan las repeticiones, que pueden adelantar el tema o simplemente ayudar al profesor en su repaso, con algunos estudiantes del curso.



Los exámenes o pruebas de entrada son bastante útiles en el momento de establecer la marca inicial del mejoramiento del aprendizaje de los estudiantes en el tiempo. Por tal razón, se debe procurar hacerlas lo más completas posible, teniendo en cuenta aspectos con los que se compararán los resultados en el futuro.

Se han mencionado antes las palabras conocimientos, conceptos y habilidades de manera sutil, evitando caer en las discusiones que hay detrás de ellas. Por *conocimientos* se debe entender la información que se ha memorizado y que en el momento que se pregunta se puede responder inmediatamente, casi en forma automática. Por ejemplo, la ecuación de una recta[10]. Mediante información y repetición de ésta en clase, por medio de videos o películas, por lecturas en libros o artículos, el estudiante puede afianzar los conocimientos.

El profesor debe señalar al estudiante la trascendencia de dicha información e indicarle en dónde se encuentra, para qué se utiliza y qué debe grabar en su memoria mediata, así como las técnicas y métodos para adquirir la habilidad de estudio. Los conocimientos se evalúan mediante cuestionarios que prueban la memoria del estudiante.

Los *conceptos*, que algunos llaman el *conocimiento profundo*, están estrechamente relacionados con el entendimiento, la comprensión, el raciocinio y el análisis. Los conceptos requieren un mayor grado de abstracción y generalización. Las leyes de Newton, los campos magnéticos, la calidad, la productividad, son ejemplos de conceptos. El estudiante debe entender los conceptos y poderlos aplicar en situaciones diferentes de las utilizadas en su explicación.

10. Luis Ernesto Blanco Rivero (1997). La calidad como factor de competitividad en la educación superior. Conferencia Mundial sobre Educación en Ingeniería y Líderes de la Industria. Bogotá, Colombia: Acofi, p. 170.

Enseñar entendimiento y comprensión equivale a crear ambientes ricos para el aprendizaje, que incluyan ejercicios abundantes, discusiones, aplicaciones, lecturas sobre el tema, simulaciones, seminarios, escritura de artículos y ensayos, preguntas y respuestas, uso de los conceptos en nuevos diseños, elaboración de proyectos, sistematización de la información, entre otras cosas. Esto se conoce como aprendizaje activo.

La práctica de ingeniería es la mejor oportunidad para comprobar si los conceptos se han aprendido. Evaluar conceptos consiste en presentar al estudiante situaciones de problema con diversas alternativas de solución, que él debe analizar, comprender y resolver, mediante el uso de éstos. Los proyectos, la elaboración de prototipos, la solución de casos, son formas de evaluar conceptos.

Las *habilidades* son formas específicas para hacer ciertas cosas, como escribir a máquina, diseñar a mano alzada o mediante el uso de paquetes de *software*, resolver ecuaciones de primer grado, etcétera. Las habilidades se aprenden haciendo la misma cosa muchas veces, hasta lograr destreza y facilidad para efectuarlas cada vez más rápido. La memoria almacena en el cerebro, en espacios apropiados, las habilidades corporales o kinestésicas, verbales o lingüísticas, lógicas y matemáticas, musicales, naturalistas, etc., y saca la información automáticamente en el momento que se requiera.

Para evaluar las habilidades se hace que el estudiante las demuestre, en la forma que se le solicite. Por ejemplo, hacer un plano de determinadas especificaciones en AutoCAD.

En ocasiones es conveniente buscar atributos y características comunes en los estudiantes para tratar de conformar grupos, y poder dar un seguimiento al grupo más que a cada estudiante, debido a la imposibilidad de atenderlos individualmente.



Cuando los estudiantes se encuentran ante nueva información, sólo tienen unos segundos para clasificarla y almacenarla o desecharla, debido a que la memoria inmediata o a corto plazo es muy limitada en espacio y duración. Si la información se clasifica como importante, se transfiere a la memoria a largo plazo. Allí debe almacenarse de modo tal que se pueda recuperar cuando se necesite.

La información nueva se debe relacionar o ligar con información almacenada previamente. El repaso que hace el profesor de los temas vistos en la clase anterior sirve para establecer dichas relaciones. Los cuadros sinópticos y las gráficas que muestran una vista general del tema son herramientas muy apropiadas para formar relaciones de aprendizaje y posterior evocación en la memoria. El uso de analogías y metáforas también sirve mucho para este fin.

La asociación es una manera de evocar o llamar la información guardada por largo tiempo. El profesor puede alertar a los estudiantes sobre existencia de técnicas de asociación, donde ciertas palabras o determinados hechos ayudan a recordar más fácilmente. Las tareas y trabajos de aplicación o proyectos, que el estudiante hace después de clase, le ayudan en el proceso de clasificación y almacenamiento de la información.

El modo como los estudiantes procesan información puede influir en la manera como ellos aprenden, pero hay toda una serie de factores que se salen del control del estudiante y del profesor, que afectan en alto grado el rendimiento académico, como por ejemplo inconvenientes de salud, problemas familiares, adicción a drogas o alcohol, discapacidades, lejanía del sitio de habitación, escasez de recursos económicos y otros más.

El profesor debe aprender a reconocer este tipo de problemas por observación directa o por información recibida de los compañeros del estudiante; en estos casos, el profesor puede sugerir la búsqueda de ayuda profesional a los estudiantes, ayuda que por lo general brindan la mayoría de las instituciones educativas. A veces el profesor puede hablar con los profesionales especializados para que ayuden a su estudiante. Esta búsqueda de ayuda profesional se puede extender al campo médico, recreativo, de asistencia social, etcétera.

En ocasiones asisten a los cursos personas de otras nacionalidades o que vienen transferidas de otras universidades. A dichos estudiantes es necesario dedicarles un poco más de tiempo y cuidado, mientras se van adaptando al grupo y a las metas de aprendizaje del curso. Algunas veces habrá que explicarles individualmente la forma como funcionan las clases, las normas sobre asistencia a clase o calificaciones, etcétera.

Al comienzo del curso es bueno interrogar a los estudiantes sobre sus expectativas. A manera de diálogo, el profesor debe presentar también lo que espera que sus estudiantes aprendan y la forma como va a organizar el curso. En esa charla es posible detectar si los estudiantes están familiarizados con el método de trabajo que el profesor va a exigir, si están listos para aceptar retos, si les gusta el tema y si están motivados en el momento de iniciar.

Por su parte, los estudiantes juzgan desde ese momento el interés y entusiasmo que el profesor demuestra por el tema, la variedad de formas de trabajo (presentaciones, laboratorios, simulaciones, estudio de casos, visitas de campo), las oportunidades que el profesor tendrá para evaluar su trabajo, la cantidad de trabajo que requerirán, la claridad en las metas y objetivos que tiene el profesor, y dependiendo de eso se sentirán motivados o no.



Desde el comienzo, es bueno organizar los grupos de trabajo. En ese momento, el profesor puede detectar diversos tipos de estudiantes con respecto a la forma como interactúan socialmente: *independientes*, que prefieren trabajar solos y estudiar a su propio ritmo; *dependientes*, que necesitan las orientaciones constantes del profesor y el acompañamiento de otros estudiantes en sus tareas; *competitivos*, que buscan alcanzar las máximas calificaciones y recibir el reconocimiento por sus logros académicos; *colaboradores*, que ayudan al profesor y a los compañeros, les gusta trabajar en grupo y compartir sus conocimientos; *desinteresados*, a quienes los tiene sin cuidado asistir o no a clase, no hacen tareas y se quejan permanentemente por el excesivo trabajo que este curso les demanda; *participativos*, a los que les gusta preguntar y debatir en la clase, muestran entusiasmo por hacer el trabajo asignado y en ocasiones quieren un poco más, están atentos a las exigencias del profesor y tratan de agradarlo.

Un buen profesor trata de identificar las características de sus estudiantes, procurando en lo posible adaptar el trabajo que el estudiante debe realizar a su forma de ser. A medida que avanza el desarrollo del curso, el profesor puede observar algunas características de la personalidad de sus estudiantes. Los hay *introvertidos* y *extrovertidos*; los primeros generalmente son muy tímidos y necesitan ayuda para participar y expresar lo que piensan, mientras a los segundos muchas veces hay que calmarlos. Los hay *impulsivos* o *reflexivos*; los primeros contestan de una, sin importarles mucho si están en lo correcto o no, en tanto que los segundos se toman su tiempo para pensar; a ellos el profesor les debe dar la pausa necesaria para que piensen y luego respondan.

Los hay *intelectuales*, que son analíticos, lógicos, entienden la teoría y son muy formales en su manera de responder, y también *sensitivos*, que son arriesgados, imaginativos, de mente abierta en sus respues-

tas, son *artísticos*, y se dan cuenta muy rápidamente de los detalles que otros no perciben.

La forma como los estudiantes procesan la información también es interesante. Hay estudiantes que prefieren una presentación organizada de los temas, desde lo general hasta lo particular, graban los conocimientos y los relacionan de arriba hacia abajo, que es el *método analítico*. Estos alumnos requieren la ayuda de diagramas en los que se muestren la totalidad y la forma como se subdivide ésta.

Otros estudiantes comienzan desde lo concreto y van hacia lo general, de abajo hacia arriba; con un *método de síntesis*, van sacando conclusiones y van buscando comportamientos repetitivos hasta llegar a las leyes. Estos estudiantes requieren variados ejemplos concretos, del tipo de los casos, para que puedan observar las iteraciones en los comportamientos y puedan buscar su generalización.

Así mismo, hay estudiantes que tienen habilidades para escuchar y aprenden *oyendo*; otros aprenden *viendo*; otros más tienen habilidades manuales y aprenden mejor *haciendo y experimentando*. De ahí la necesidad que tiene el profesor de imaginar diversas formas para presentar el mismo tema a sus estudiantes con el fin de que todos aprendan de acuerdo con su propio estilo.

En las primeras clases, el profesor puede señalar a sus estudiantes algunas técnicas que le pueden ayudar en su proceso de aprendizaje: a) *Lugar de estudio*: el estudiante debe buscar un lugar apropiado para poder estudiar concienzudamente, donde pueda estar cómodo y no tenga distracciones. b) *Manejo del tiempo*: el estudiante debe organizar un horario para estudiar y programar allí las tareas, fijándose metas posibles de cumplir en el tiempo. c) *Persistencia en el empeño*: el estudiante debe completar sus tareas y sus metas, con base en el conocimiento que él tiene de sí mismo, de su forma de ser y recompensándose cuando las finaliza. d) *Búsqueda de ayuda*: el estudiante debe saber que en ocasiones necesita la ayuda del profesor, del monitor o de sus mejores compañeros, y que debe buscarla a tiempo.



El trato diferenciado en la asignación de trabajos, para tratar de adaptarse a las características individuales de cada estudiante, puede causar impresiones de injusticia o de trato desigual entre los compañeros. Para evitar esta impresión, el profesor desde el comienzo de la clase advierte a los estudiantes que él evalúa todo tipo de trabajo que agregue valor en el proceso de aprendizaje y que los estudiantes que más trabajen tendrán una mejor calificación.

## RESUMEN

### Diferentes tipos de aprendizaje

- Los *conocimientos* son información que se ha memorizado, por lo que en el momento en que se pregunta se puede responder inmediatamente, casi de manera automática.
- Los *conceptos*, que algunos llaman el *conocimiento profundo*, están estrechamente relacionados con el entendimiento y requieren un mayor grado de abstracción y generalización.
- Las *habilidades* son formas específicas para hacer ciertas cosas, como escribir a máquina o diseñar a mano alzada.

### Diferentes tipos de estudiantes

- Los estudiantes tienen diferentes maneras de procesar la información. La selección de la información es muy rápida porque la memoria inmediata es limitada.

- Hay factores que afectan en alto grado el rendimiento académico, como problemas de salud, problemas familiares, adicción a drogas o alcohol, discapacidades, lejanía del sitio de habitación, escasez de recursos económicos y otros más.
- A los estudiantes de otras nacionalidades o que vienen de otras universidades hay que darles un poco de tiempo para su adaptación y explicarles individualmente procedimientos, normas, reglamentos, costumbres, etc.
- Hay estudiantes independientes, dependientes, competitivos, colaboradores, desinteresados y participativos.
- También hay estudiantes introvertidos y extrovertidos, impulsivos o reflexivos, intelectuales o sensitivos.
- Algunos estudiantes prefieren hacer una presentación organizada de los temas, desde lo general hasta lo particular, graban los conocimientos y los relacionan de arriba hacia abajo, que es el método analítico.
- Otros estudiantes empiezan desde lo concreto y van hacia lo general, de abajo hacia arriba; con un método de síntesis van sacando conclusiones y van buscando comportamientos repetitivos hasta llegar a las leyes.

***"Profesor de ingeniería: usted debe conocer a sus estudiantes y ser consciente de las diferencias individuales en la forma de aprender y de las diferencias de los tipos de aprendizaje. Si su grupo es muy grande, dedique unos minutos a unos pocos cada día, pero persista hasta alcanzar la totalidad".***



A continuación se tratarán con más detenimiento las etapas del proceso de aprendizaje.

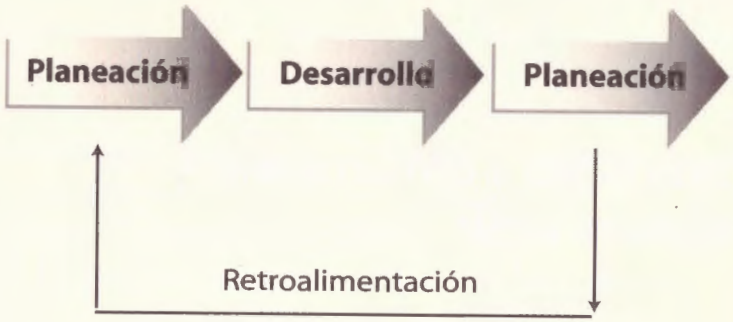


**Figura 1.** ETAPAS DEL PROCESO DE APRENDIZAJE.

# 5

# Planeamiento y organización de la enseñanza

*"Para obtener la máxima eficiencia en educación en ingeniería se debe tener cuidado en la planeación, programación y organización de la enseñanza, partiendo del currículo, siguiendo por el programa del curso, hasta la preparación de las clases individuales. La planeación debe ser un proceso continuo, con revisiones permanentes que aprovechen la experiencia, que desechen lo obsoleto y que incorporen lo nuevo".*

**Fred Morris**[11] **(1950)**

La planeación es un proceso continuo, en el que se fijan metas y objetivos que se tratan de cumplir en el futuro y que se revisan periódicamente. Este proceso parte de las metas a largo plazo, que son las generales a la institución y a las carreras, continúa con los planes de desarrollo y los planes anuales con sus presupuestos, la planeación del currículo, que se va descomponiendo, hasta llegar a los programas de las asignaturas y a la preparación individual de cada una de las clases.

11. Fred Morris, *op. cit.*

En la planeación estratégica, las universidades declaran su misión, su visión y sus objetivos institucionales, que son declaraciones que sirven, a la manera de los faros para los barcos, como guías del rumbo que se seguirá a largo plazo. En estas declaraciones, las instituciones fijan su posición ante la sociedad y ante su comunidad de qué son, qué persiguen y hacia dónde irán en el futuro. La planeación estratégica es la más general y de mayor alcance; este proceso lo lideran los máximos directivos de la institución, como el Consejo Superior o Directivo y el Consejo Académico, con la participación de la comunidad académica de la institución.

- **Planeación del currículo**
  Definir la contribución que cada curso debe hacer a los conocimientos y competencias que un estudiante debe poseer en el momento de egresar de la universidad

- **Planeación del curso**
  - Objetivos del curso
  - *Syllabus*
  - Tema, alcance, referencias, laboratorios, ayudas, exámenes
  - Resultados esperados del curso (competencias)
  - Planeación de las clases individuales
  - Preparación de cada clase

- **Planeación de la medición**
  - Preparación de pruebas y exámenes
  - Medición de objetivos

**Figura 2.** Etapas del proceso de aprendizaje. Planeación.

A partir de la planeación estratégica se diseña el currículo universitario, que también requiere una visión amplia. Se parte del análisis de las condiciones vigentes en el entorno académico y de la competencia, de la concepción de lo que es la universidad y de su papel en la sociedad, hasta llegar a la historia y desarrollo de la carrera que se desea establecer.



La planeación del currículo en una carrera de ingeniería es importante para definir la contribución que cada curso debe hacer a los conocimientos y competencias que un estudiante debe poseer en el momento de egresar de la universidad. Es necesario, entonces, diseñar el currículo con el mayor cuidado posible para poder obtener un programa de estudio bien balanceado para el tiempo disponible, tomando en consideración la importancia relativa de las asignaturas que el currículo suele incluir.

En la planeación curricular es clave conocer las características de la persona que se quiere formar. El análisis de la población estudiantil debe incluir aspectos académicos, sociales, económicos y psicológicos del estudiante que llega a la carrera con el fin de definir el perfil del alumno que ingresa. Así mismo, se debe definir el perfil del estudiante que egresa de la carrera, y las competencias y fortalezas que se espera tenga al final de su paso por la universidad.

El diseño del currículo debe encargarse a un comité de profesores expertos del departamento o de la facultad que esté en permanente comunicación con otras facultades o departamentos que tengan relación directa con la carrera. El comité curricular tiene la responsabilidad de estudiar los requerimientos de la carrera con el fin de determinar qué áreas de aprendizaje se deben incluir en el currículo y cómo este material se debe repartir en las asignaturas. Es necesario tener cuidado con los temas que son frontera entre los cursos con el fin de evitar omisiones o excesivas repeticiones.

Una vez seleccionados los cursos, el comité debe:

1. Establecer el alcance y los objetivos de cada curso.

2. Determinar la secuencia de cursos y definir los prerrequisitos.
3. Reservar tiempo para clases magistrales y laboratorios.

En esta fase hay que hacer concesiones para lograr la programación y operación de las asignaturas, por lo cual se deben ajustar el alcance y el tiempo, con el fin de integrar el currículo en su conjunto. El currículo deberá revisarse con una frecuencia acorde con la experiencia, o cuando las cambiantes condiciones de la profesión lo demanden.

Una vez definidos los objetivos de la carrera, cuyo producto final es un ingeniero graduado con conocimientos actualizados en su área, se empieza la planeación de cada una de las asignaturas que conforman el plan de estudios, con el objeto de que cada una de éstas aporte las competencias requeridas en el perfil del egresado. Cada curso o asignatura tendrá su programa, con objetivos, con la descripción pormenorizada de los temas que se van a cubrir, con la especificación de la metodología que se va a seguir para alcanzar los objetivos propuestos, con la bibliografía necesaria y con las indicaciones importantes sobre evaluación y calificación.

A partir del programa del curso, el profesor debe planear el contenido y la forma como se van a desarrollar sus clases. Para cada clase, debe quedar determinado lo que se espera que el estudiante adquiera al final de ella, los materiales que se van a utilizar, las tareas, las lecturas previas que el estudiante debe realizar, las evaluaciones y, en general, todos los aspectos relacionados con una clase.

## PLANEACIÓN DEL CURSO

Después que el comité de currículo ha establecido los lineamientos generales de los cursos de la carrera, un comité del departamento o de la carrera tendrá que dedicarse a diseñar las asignaturas en detalle. El comité de planeación de los cursos debe estar compuesto por los profesores más experimentados que enseñen las asignaturas de la carrera. El decano o director de carrera debe dirigir la discusión, recomendando a los miembros del comité que contribuyan con su conocimiento y experiencia para tener un curso fuerte y bien balanceado.



Al diseñar una asignatura se debe prestar mucha atención al tiempo que se va a destinar a cada tema, con el fin de hacer un cubrimiento total de la asignatura, y a una presentación del material lógica y vigorosa. En el comité siempre hay un hábil organizador y escritor, a quien se debe encargar de hacer un diseño preliminar del curso que sirva como base de discusión para el comité.

El diseño preliminar lo pueden revisar los demás miembros del comité para eliminarle las debilidades que queden al descubierto en la discusión. Cuando un curso se está diseñando como un servicio para otro departamento o carrera, al director de dicho programa lo deberán consultar para saber qué es lo que él cree que sus estudiantes deban aprender en dicha materia.

El diseño de un curso ha de hacerse de manera sistemática, con el fin de lograr los mejores resultados. Aquí se sugiere el siguiente procedimiento:

- Determinar el número de clases teóricas que realmente se dictarán en el período. Este es el total de número de clases que muestra el calendario del período, menos el tiempo requerido para pruebas cortas, exámenes, festivos y actividades que no están previstas en el calendario de trabajo académico.
- Seleccionar los temas principales que se deben cubrir y definir los objetivos de cada sesión de clase. Estos temas han de representar el contenido mínimo que deberá cubrirse, sin importar el profesor que lo esté enseñando. No se debe incluir ningún material si no se cumplen los prerrequisitos para éste. Los conceptos

fundamentales se deben recalcar, así como evitar la tentación de incluir mucho material.

- Reservar suficiente tiempo para el tratamiento de los temas principales. Esto se debe hacer con base en la experiencia de los que ya han dictado la materia y se debe ajustar posteriormente.
- Seleccionar los subtemas que el profesor pueda cubrir si el tiempo de la clase lo permite y ordenarlos de acuerdo con su importancia.
- Escoger los tipos de problemas más relevantes para ilustrar las aplicaciones de principios fundamentales en la solución de problemas prácticos.
- Seleccionar los experimentos de laboratorio que se deban hacer en la secuencia adecuada y coordinarla con las clases teóricas. Todas las fases de trabajo de laboratorio se deben planear, organizar y armonizar con el trabajo de la parte teórica.
- Seleccionar ayudas para la enseñanza. Esta es una parte muy importante de la planeación del curso, por lo que hay que pensarla muy bien. Cada tema debe estudiarse individualmente para hallar el método, o combinación de métodos, más efectivo.
- Reservar tiempo para visitas, inspecciones o prácticas de campo, si éstas se van a realizar como parte del curso.
- Seleccionar el texto y los materiales bibliográficos de referencia. Debe existir una lista amplia de referencias que permita a los estudiantes hacer este tipo de trabajo al mismo tiempo.
- Evaluar el diseño del curso después que esté completo, con el fin de asegurar que se pueden cumplir los objetivos del curso fijados.

El siguiente paso en la planeación de un curso es construir el programa del curso o el *syllabus* para el departamento o carrera. Este paso consiste en colocar la información que se ha revisado en el proceso de diseño del curso en una forma sistematizada (figura 3).



**PROGRAMA DEL CURSO** CÓDIGO _____
**ASIGNATURA**
NOMBRE DE LA ASIGNATURA

1. **OBJETIVOS**
   Escribir los objetivos de la asignatura no es tarea fácil. Es importante que éstos se puedan cumplir y que se pueda evaluar su cumplimiento de alguna manera.
2. **JUSTIFICACIÓN**
   Es necesario que los estudiantes sepan las razones por las cuales esta asignatura es importante dentro de su formación profesional.
3. **REQUISITOS ACADÉMICOS**
4. **INTENSIDAD SEMANAL**
5. **BIBLIOGRAFÍA**
   - Textos principales
   - Otras referencias
6. **CONTENIDO PROGRAMÁTICO RESUMIDO**
7. **CONTENIDO PROGRAMÁTICO DETALLADO**

| Tema | Alcance | Referencias | Nº de clases | Experimentos de laboratorio | Ayudas y exámenes |
|---|---|---|---|---|---|
| **1.** Parámetros de la planta física | **a)** *Throughput*<br>**b)** *Wip*<br>**c)** *Cycle Time* | **1.** La meta<br>**2.** Física de planta<br>**3.** Simulación con Promodel | 5 | Modelo 10 de simulación Libro *Simulación...* p. 79 | Quiz de comprobación de lectura antes de clase |
| **2.** MRP (*Material Requirements Planning*) y JIT (*Just in Time*) | **a)** Sistemas *pull*<br>**b)** Sistemas *push*<br>**c)** ¿Por qué fallaron los sistemas *push*? | **1.** Física de planta<br>**2.** MRP II<br>**3.** El sistema de producción Toyota | 4 | Comparación del desempeño de dos sistemas mediante simulación | Visita a la planta de Colmotores para ver el sistema JIT |

8. **METODOLOGÍA**
   Es importante que el estudiante conozca los métodos que se van a utilizar para ayudarlo en su proceso de aprendizaje.
9. **EVALUACIÓN**
   El estudiante debe conocer, desde el comienzo de la asignatura, las principales formas con las cuales el profesor va a evaluar su trabajo y, en lo posible, saber los pesos o porcentajes de las calificaciones, que en algunas instituciones están debidamente reglamentadas.

**Figura 3.** Partes esenciales del programa del curso.

El programa de la asignatura debe contener todos los datos importantes y pertinentes a su operación.

Los temas que son parte del contenido mínimo del curso tienen que aparecer en el programa y se debe hacer la reserva de tiempo correspondiente, en tanto que los subtemas pueden indicarse de acuerdo con su importancia relativa. En el programa también se pueden sugerir los métodos de presentación, entre ellos las ayudas para la clase. De acuerdo con la naturaleza del curso, puede haber otros tipos de información que se deban incluir en el programa. Es necesario hacer copias escritas suficientes para profesores y estudiantes. También se puede utilizar internet para divulgarlo.

Cuando la asignatura es teórico-práctica, es clave que el programa del curso cubra las dos partes. Esto es de gran ayuda para coordinar el trabajo de los profesores y de los encargados del laboratorio, especialmente cuando hay varios profesores enseñándola, pues cada cual debe saber lo que los otros están haciendo. En esta parte es necesario proveer copias escritas de todos los materiales que se van a utilizar, tales como instrucciones generales, procedimientos, especificaciones, hojas de trabajo y recomendaciones de seguridad. Los profesores que enseñan un curso deben tener suficientes copias del programa de la asignatura.

Muy frecuentemente, un curso no funciona de la manera en la que se planeó en el papel. Se requiere, entonces, probar el diseño del curso, a medida que éste avanza, para ver qué tan práctico y efectivo es. Durante esta prueba, el programa de la asignatura deberá seguirse tal como está planeado, con el fin de tener una apreciación confiable. El profesor deberá verificar cuidadosamente si la presentación de la asignatura está produciendo los resultados esperados y después escribir las observaciones de los cambios que se tendrán que hacer para mejorar.



A menudo se encuentra que se ha asignado demasiado tiempo a ciertos temas y muy poco a otros. La efectividad de las ayudas utilizadas en la enseñanza también se debe evaluar. El profesor ha de observar la reacción de sus estudiantes en la clase para determinar cuándo la presentación despierta interés y estimula el pensamiento.

Al final de la prueba, se tiene que revisar el programa del curso para eliminar las debilidades que se hayan descubierto o para incluir los temas que se olvidaron. Si únicamente un profesor enseña la asignatura, él será el responsable de los cambios que se hagan. Si varios profesores la enseñan, ellos deben comparar notas y discutir los cambios que deban realizarse.

Si el diseño revisado del programa de la asignatura es el resultado de la experiencia de varios profesores, éste deberá contener lo importante y deberá ser adaptable a las condiciones promedio de los estudiantes. Los desarrollos en campos especializados del saber pueden necesitar revisiones frecuentes para evitar la enseñanza de temas obsoletos.

## PLANEACIÓN DE LAS CLASES

Para una enseñanza eficiente y efectiva, el profesor debe utilizar variadas formas en la planeación de sus clases, en tal forma que él pueda tener una idea clara de lo que tratará de hacer y de obtener en cada una de ellas.

Un profesor puede ser toda una autoridad en su asignatura, pero si no dedica suficiente tiempo antes de la clase para organizar su material, el estudiante no aprenderá en la forma que se espera. Algunos profesores confían demasiado en su memoria para presentar sus temas, pero como ellos no son infalibles, algunas cosas se pueden repetir varias veces y otras, realmente importantes, se pueden pasar por alto.

El profesor, en el momento de iniciar su clase, rara vez está totalmente seguro de lo que debe y de lo que no debe presentar. Sin un plan definido, se gastará mucho tiempo divagando en la elección de los temas más adecuados para enseñar. Se debe evitar llegar a la clase a improvisar, porque esto conduce a una mala enseñanza, con resultados sujetos al azar. Cuando los estudiantes perciben la falta de preparación del profesor, pierden la confianza y el interés, protestan y no estarán interesados en aprender en lo que resta del curso.

La planeación cuidadosa de cada sesión de clase ayudará a sistematizar la enseñanza y a hacerla operativa, que es lo que se pretende. La planeación de la clase no debe verse como la totalidad del discurso que el profesor pronunciará ante el estudiante, sino como un plan de actividades en el cual se prevé la participación del alumno. Este plan debe contener todos los recursos posibles para hacer que los estudiantes piensen, que desde luego no es una cosa fácil de hacer. El plan de preparación de clase debe basarse en el programa del curso y brindar el proceso operativo que se va a seguir durante la clase.

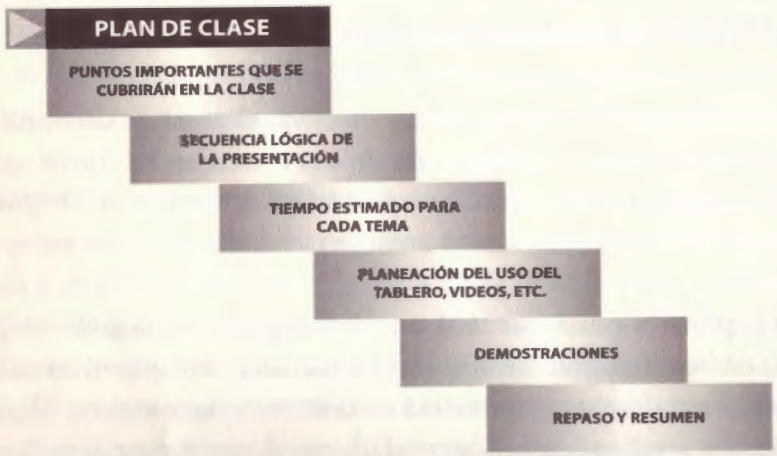


**Figura 4.** PLANEACIÓN DE LA CLASE.



El plan de clase (figura 4) contiene el tipo de información que el profesor necesita como guía y él debe usarla en la forma que más le convenga y que le parezca más fácil. Las clases deben planearse con anticipación; incluso si se puede cubrir la preparación de toda la asignatura desde el inicio, es mucho mejor para conservar las secuencias de los temas. Estos planes no son estables, por el contrario, deben estar en proceso de permanente revisión, en busca de mejorar cada vez más a la luz de la experiencia.

La naturaleza del plan de la clase podrá variar de acuerdo con las características de la asignatura y con el contenido de las clases individuales. En efecto, para una sesión de clase se puede requerir una preparación exhaustiva, mientras que para otra se requiere únicamente la lista de temas que se deben cubrir. Lo importante en este punto es que el profesor posea algún método para escoger los temas correctos y presentarlos en el orden adecuado, sin pérdida de tiempo. El plan de clase tampoco debe ser demasiado complicado, de manera que ignore el estilo natural del profesor para presentar los temas, ni tampoco tan largo que la labor del profesor se centre en el planeamiento y no en la enseñanza.

## LA PLANEACIÓN MEJORA LA ENSEÑANZA

Si al profesor nuevo no se le suministra guía y asistencia, él enseñará el curso muchas veces, de diversas maneras, hasta que descubra la forma balanceada de organizar y desarrollar su enseñanza. Mientras tanto, estará ensayando diferentes métodos hasta familiarizarse con su nueva ocupación. Si él puede encontrar cursos bien planeados por otros profesores, éstos pueden ser de una inmensa ayuda para él (figura 5).

**PLAN DE PREPARACIÓN DE CLASE**

| **Departamento:** | | **Profesor:** |
|---|---|---|
| Curso: | Clase Nº: | Fecha: |
| Objetivos específicos: | | |
| Ayudas para la clase: | | |
| **Tema principal** | | **Subtemas** |
| Estimulación y motivación del interés: | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| Presentación: | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| Aplicación: | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| Evaluación: | | |
| | | |
| Asignación de lecturas | | |
| Asignación de problemas | | |
| Asignación de búsquedas bibliográficas | | |
| Puntos que hay que comentar | | |

**Figura 5.** Partes esenciales de la hoja de preparación de clase.



El profesor nuevo, gracias a esta ayuda, conoce desde el comienzo los temas que debe enseñar y tiene el tiempo previsto. Podrá repasar los temas con los que no está familiarizado para presentarlos bien cuando deba hacerlo. Si al profesor nuevo se le sugieren ayudas, él puede aprender a usarlas con anticipación. En este caso, el profesor realizará una actividad docente muy bien planeada y organizada, en lugar de estar divagando sin rumbo, en un camino de confusión y con la ley del menor esfuerzo.

La planeación es igualmente importante para el profesor experimentado porque le permite organizar su trabajo y mantenerlo dentro del rumbo correcto. Una vez que el profesor ha planeado su asignatura, requiere hacer una sola cosa: enseñar bien, al menos, el contenido mínimo del curso, como debe ser.

La flexibilidad en el desarrollo de la asignatura la provee el hecho de que existe en el programa una gran cantidad de materiales de diversa naturaleza y con las ayudas sugeridas, que el profesor podrá ensayar hasta ganar experiencia y poder desarrollar nuevas cosas por su cuenta. El profesor estará siempre en libertad de usar su propia iniciativa para desarrollar mejores métodos de enseñanza, pero deberá estar comprometido con esto.

Uno de los grandes beneficios de un curso bien organizado es el efecto psicológico que se causa en el profesor nuevo y en los estudiantes. Si el profesor ve que la enseñanza se ha sistematizado y que hay ayudas disponibles, él querrá desarrollar sus potencialidades hasta alcanzar el nivel de sus colegas, tanto nuevos como experimentados.

Por el contrario, si el profesor nuevo tiene que probar sus métodos al azar, el efecto será contrario, puesto que él rápidamente se verá afectado por la falta de organización.

Por su parte, los estudiantes sabrán reconocer el esfuerzo de sus profesores cuando ellos planean todas las actividades relacionadas con la asignatura.

## AYUDAS PARA LA ENSEÑANZA

El profesor debe conocer a fondo su materia y estar completamente familiarizado con los principios fundamentales de la buena enseñanza y, adicionalmente, debe tener una buena provisión de "herramientas de enseñanza", que le ayuden a hacer más clara y más interesante la presentación de su asignatura.

Las ayudas educativas, sin embargo, no están diseñadas para remplazar al profesor ni para reducir su trabajo, sino para mejorar la calidad de su enseñanza. Además, el uso inteligente de ayudas para la enseñanza requiere mejor planeación y mayor responsabilidad que en el método tradicional. El propósito de estas ayudas es hacer más claras las explicaciones de la materia y ahorrar tiempo, pero, a menos que el profesor aprenda a usarlas bien, ellas pueden causar el efecto contrario y llevarlo al fracaso.

El profesor deberá, entonces, familiarizarse y adaptarse completamente a las ayudas educativas, con el fin de seleccionar las más efectivas para sus cursos. Él deberá aprender a utilizarlas con gran habilidad.

Los aprendizajes son el resultado de las percepciones que los sentidos registran como impresiones y las conducen a la mente. El profesor deberá conocer la eficiencia relativa de dichas avenidas de aprendizaje y tendrá que saber usarlas, individualmente o en combinación, para lograr los mejores resultados. Como se comentó antes, de los cinco sentidos, la vista y el oído son los más eficientes y los más utilizados



por las personas al aprender. Algunas veces se emplea el sentido del tacto, y muy ocasionalmente se utilizan el olfato y el gusto.

El profesor de ingeniería deberá procurar que sus estudiantes usen la mayoría de los sentidos, preferiblemente al mismo tiempo. Por ejemplo, un estudiante aprenderá más rápido, si a él se le enseña cómo funciona una máquina al mismo tiempo que la ve funcionar, porque su mente recibe dos impresiones simultáneas. La creación de múltiples impresiones, así como el uso simultáneo de vista y oído, es un medio muy efectivo para facilitar la comprensión y hacer que el aprendizaje sea más permanente. Como la vista es el más eficiente de los sentidos, se debe apelar a ella lo más que se pueda, mediante el uso inteligente de ayudas visuales.

Las palabras tienen diferentes significados y usos para personas distintas, y en consecuencia transmiten variadas impresiones. A menudo, en el trabajo, una ayuda visual contribuye a poner en claro puntos que podrían requerir bastante tiempo de explicación oral para lograrlo. Unos pocos estudiantes pueden pensar razonablemente bien en abstracto, pero la gran mayoría necesita algo más concreto y más tangible que las solas palabras.

Las ayudas para la enseñanza están divididas generalmente en dos clases:

1. Las que ayudan al profesor a hacer un mejor trabajo de enseñanza.
2. Las que ayudan al estudiante a hacer un mejor trabajo de aprendizaje.

A pesar de que las dos tienen funciones primarias diferentes, son complementarias en su efecto; esto es, las cosas que ayudan al profesor, ayudan al estudiante. Sin intentar hacer una clara distinción entre ellas, examinemos algunas de las ayudas para la enseñanza que

un profesor, puede utilizar para hacer de la presentación de su asignatura algo más tangible para sus estudiantes.

**Programa de la asignatura.** Ayuda bastante, porque provee una guía maestra para todo su desarrollo y es la mejor referencia para el profesor en el momento de planear cada sesión de clase. El programa de la asignatura facilita la enseñanza porque contiene lo qué se debe dar y en qué cantidad, además de sugerencias prácticas para las presentaciones. El profesor y los estudiantes deben llevar a las clases el programa de la asignatura porque es la guía general del trabajo que se va a efectuar. Para el profesor es mejor utilizar los planes de preparación de clase porque son mucho más prácticos.

**Plan de preparación de clase.** Es un procedimiento operativo detallado para conducir cada sesión de clase, diseñado para ayudar al profesor a lograr los objetivos definidos sin pérdida de tiempo y con grandes ventajas para los estudiantes. El plan de preparación de clase provee una secuencia lógica del material; sirve para recordar que no hay que gastar mucho tiempo en temas al comienzo de la clase y dejar muy poco al final para otros asuntos de importancia, que también se deben tratar en la misma sesión.

Es un medio de volver al tema cuando se presenta una discusión irrelevante. Frecuentemente, los que más necesitan un plan definido son los profesores que más saben y conocen del tema, porque a ellos se les dificulta regresar después de desviarse a explicar aplicaciones, en las cuales están especialmente interesados.

**Notas de clase.** Algunos profesores experimentados, después de dictar varias veces el mismo curso, prefieren escribir sus propias notas de clase para que le sirvan de guía al estudiante en el momento de preparar los temas de la clase siguiente. Se pueden obtener buenos resultados con este método, siempre y cuando el profesor no cometa el error de leerlas en clase; esta práctica resulta muy aburridora para los estudiantes e inefectiva para la enseñanza.



**Hojas de instrucción.** Son hojas impresas que pueden ser de gran ayuda para el profesor y para sus alumnos, sobre todo en las prácticas de laboratorio, puesto que contribuyen a una mejor organización del material del curso y los estudiantes comprenden mejor qué se espera de ellos. Para preparar las hojas de instrucciones, el profesor debe ser muy cuidadoso de que éstas sean claras y completas.

Las hojas de instrucción pueden ofrecer grandes ventajas cuando tienen los siguientes usos:

- Para bosquejar o delinear el curso a los estudiantes.
- Como material suplementario del texto.
- Como plantillas o formatos con diseños predeterminados para resolver problemas y para recolectar datos. Estas formas ayudan a enseñar procedimientos, y son fáciles de usar y de calificar cuando se trata de pruebas.
- Como instrucciones para el empleo de equipos que requieren cuidado.
- Como procedimientos para experimentos de laboratorio, incluyendo normas de seguridad.
- Como formatos de reportes de laboratorio. Los estudiantes ahorran tiempo al no tener que diseñar las partes del formato, diseño que no contribuye en nada al aprendizaje.
- Como instrucciones completas de reportes de laboratorio, incluyendo lecturas colaterales.
- Como especificaciones para diseño de problemas o de otros trabajos de naturaleza similar.

**Bosquejo del curso para estudiantes.** El profesor puede delinear el curso como guía de estudio para sus alumnos a partir del programa de la asignatura, de manera que no es muy difícil de

realizar. En este bosquejo aparecen los temas y subtemas principales, las tareas y problemas que están en el texto, las fechas de las pruebas y las lecturas sugeridas o colaterales.

En esta guía se muestra específicamente a los estudiantes lo que deben hacer durante el curso, con sus fechas de entrega, y se establece la importancia relativa de los temas. El bosquejo brinda flexibilidad porque permite a los estudiantes profundizar en los subtemas cuando no hay tiempo suficiente para cubrirlos en clase. Una de las grandes ventajas de un bosquejo del curso es que enseña a los estudiantes a planear, sistematizar y organizar su trabajo, que es parte clave de la educación en ingeniería.

**Preguntas preparadas.** Preguntar inteligentemente es una de las formas más efectivas de la enseñanza. Por esto el profesor debe tener una lista de preguntas cuidadosamente preparadas que puede utilizar de acuerdo con las circunstancias del curso. Estas preguntas no requieren textos extensos, pero sí deben estar formuladas de manera tal que el estudiante entienda qué es lo se quiere que él responda. Algunas preguntas pueden ser de falso o verdadero, mientras que otras requieren pensamiento y razonamiento. Las preguntas son parte vital del proceso de aprendizaje y pueden usarse para lograr diferentes propósitos. Es posible utilizarlas de la siguiente manera:

1. Como conectores o como relación entre temas de clase, que se cubrieron en las clases anteriores.
2. Para despertar interés en los temas que se consideran importantes.
3. Para comunicar a los estudiantes desatentos que ellos no están poniendo atención.
4. Para estimular el pensamiento creativo.
5. Para brindar oportunidad al estudiante de expresar sus opiniones ante el grupo.



6. Para variar los métodos de presentación y evitar que el estudiante se aburra.
7. Para verificar la efectividad de la presentación del profesor.

**EJEMPLO DE UNA PREGUNTA DE SELECCIÓN MÚLTIPLE TIPO ECAES***

**ÁREA:** Diseño y gestión de operaciones

**SUBÁREA:** Producción

**TEMA:** Planeación de capacidad y recursos de manufactura

**TIEMPO APROXIMADO DE RESOLUCIÓN:** 2 minutos

**TIPO DE PREGUNTA:** Selección múltiple

**PROCESO DE PENSAMIENTO:** Recuerdo

**TEXTO DE LA PREGUNTA:** En un proceso productivo o de operaciones, si la demanda se iguala a la capacidad:

A. Se produce más
B. Se optimiza la producción
C. Hay mayor probabilidad de cumplimiento
D. Hay mayor probabilidad de incumplimiento
E. Aumentan las ganancias

**CLAVE:** D

**RESOLUCIÓN DE LA PREGUNTA**

Al igualar la demanda a la capacidad, se incrementa la probabilidad de incumplimiento porque no se pueden atender los cambios y efectos causados por la variabilidad.

¿Requiere fórmula? NO
¿Tiene términos para incluir en el glosario? NO.

**Figura 6.** Ejemplo de una pregunta.

* Examen de Calidad de la Educación Superior.

En la actualidad, los Exámenes de Calidad de la Educación Superior (Ecaes) tienen unas formas típicas para elaborar preguntas (figura 6). Es conveniente que el profesor utilice estos métodos de hacer preguntas para acostumbrar a los estudiantes a su uso, así como también que el profesor mantenga un archivo o banco de preguntas de este tipo, que puede ir mejorando semestre a semestre. Si el profesor utiliza siempre las mismas preguntas, los estudiantes muy pronto lo sabrán y procederán en consecuencia.

**Libros de texto.** Es recomendable tener un libro de texto, pero a menudo éste no es ciento por ciento adecuado para el tratamiento de toda la asignatura. Siempre hay partes que no están bien explicadas o desarrolladas como el profesor quiere, razón por la cual se deben complementar con copias escritas de otros libros o tareas de leer el tema en otras referencias.

El avance científico se produce tan rápidamente que muy pronto los textos o partes de ellos se vuelven obsoletos después de su publicación. Mantenerse actualizado en los temas de su asignatura es responsabilidad del profesor, para informar a sus estudiantes sobre los cambios que están ocurriendo y citarles las fuentes donde se informa de dichos cambios, o proveer copias o versiones condensadas de los artículos con los últimos avances sobre el tema.

**Tablero.** El tablero es la ayuda visual más familiar y es prácticamente indispensable. El tablero cumple un papel tan preponderante en la enseñanza tradicional, que casi ningún profesor se atreve a dictar su clase sin él. En el tablero, el profesor puede construir una idea paso a paso e irla explicando en detalle. Si hay un diagrama muy complicado, éste se puede pintar o sobreponer en el tablero antes de la clase, se pueden entregar fotocopias a los estudiantes, o se pueden utilizar carteleras o mapas para ilustrar estos puntos.



El tablero, además de ser una gran ayuda visual, sirve para aclarar algunos puntos dudosos que quedan durante la presentación. Hay muchos profesores que utilizan diagramas o gráficos en el tablero, cuando sus estudiantes tienen problemas para entender.

A pesar de que el tablero es familiar para todos, frecuentemente no se saca la máxima ventaja de su uso. El desarrollo de una buena técnica es esencial para obtener los mejores resultados. Algunos se oponen a su uso porque no tienen habilidad manual o para el dibujo, porque no tienen buena letra o porque gastan mucho tiempo al utilizarlo. Las tres primeras objeciones se pueden superar con una práctica persistente y la última no es válida, porque los resultados que se obtienen justifican el tiempo que se emplea dibujando esquemas o gráficos.

La elaboración de los gráficos puede facilitarse mediante el uso de instrumentos adecuados, como reglas, compases y tizas de colores o marcadores. El trabajo en el tablero deberá planearse junto con el de la clase. El profesor podrá decidir qué partes de la clase se deberán ilustrar en el tablero y determinar la forma de hacerlo. En el caso de figuras complicadas es bueno practicar su dibujo antes, en el tablero o en papel. El espacio disponible en el tablero también debe tomarse en cuenta; si se tiene esto en mente, habrá que borrar parte del contenido que es necesario para el resumen final.

Para un uso efectivo del tablero, se deben observar los siguientes puntos:

1. Limpiar perfectamente el tablero para que la escritura se pueda ver bien.
2. Utilizar las partes del tablero que los estudiantes puedan ver sin dificultad.
3. Borrar todas las cosas que distraigan a los estudiantes y que no sean necesarias para la clase.

4. No hablar y escribir en el tablero al mismo tiempo, porque esto implica que se les da la espalda a los estudiantes y algunos no alcanzarán a oír.
5. No tapar con el cuerpo lo que está escrito, porque algunos estudiantes no podrán ver y buscarán nuevas ubicaciones o perderán la atención en la clase.
6. No dar la espalda a los estudiantes, porque éstos se distraerán e iniciarán conversaciones en voz baja.

Los tres últimos puntos son tan frecuentes e indeseables que merecen tomarse en cuenta. Los profesores deben mirar estas observaciones desde su experiencia y desde el punto de vista de los estudiantes y recordarlas siempre.

**GRÁFICAS.** Una buena cantidad de ayudas se pueden mencionar con este título: carteleras, dibujos a gran escala, siluetas, diagramas, dibujos, gráficas tridimensionales con partes móviles, fotografías ampliadas y series de gráficos. Estas ayudas tienen un uso similar y se puede hablar de ellas como partes de un mismo tipo.

Las gráficas y esquemas ayudan mucho y es bastante el tiempo que se ahorra en relación con el tiempo que se emplearía en hacerlas en el tablero. Estas gráficas le permiten al profesor concentrarse en la explicación del material, sin perder tiempo dibujando en el tablero. Cuando es importante que el estudiante copie las gráficas en su cuaderno, lo mejor es suministrarle fotocopia de éstas, con el fin de evitar que el estudiante se concentre en copiarlas mientras el profesor las explica.

Una serie de gráficas, ordenadas debidamente, se puede colocar en una cartelera que sea visible desde el fondo del salón. Tienen la desventaja del tamaño y de la poca visibilidad para grupos grandes. Todas las gráficas para las clases deben estar bien elaboradas, que sean



fáciles de visualizar y de entender. Hay algunas que las venden y distribuyen algunas papelerías o firmas especializadas.

**MODELOS, MAQUETAS Y DEMOSTRACIONES.** Un modelo o demostración de un principio físico es una forma efectiva de presentar una idea. Es clave que el profesor explique a los estudiantes su propósito y el principio físico que se quiere demostrar. Es preferible que el equipo sea lo suficientemente grande para que los estudiantes lo puedan ver; sin embargo, cuando es necesario utilizar en pequeña escala siluetas y modelos, se debe proveer un modelo a cada estudiante.

Esto también aplica para gráficas muy complejas que se usan en la clase. Es mejor utilizar modelos grandes, elaborados en madera u otros materiales. Los modelos deben ser precisos en el detalle, sin descontar que se puedan utilizar diagramas o esquemas adicionales para facilitar la comprensión.

Si un modelo se utiliza para una demostración, el profesor deberá estar seguro de que éste funciona a la perfección. Si el modelo falla durante la demostración, el mensaje que se da a los estudiantes es destructivo, de manera que hay que evitar por todos los medios que esto suceda. Es mejor no hacer la demostración si hay probabilidad de falla.

**FILMINAS Y RETROPROYECTORES.** Estos instrumentos son muy útiles para mostrar diagramas, dibujos, ilustraciones, mapas, gráficas, micrográficas y otros materiales que no requieran movimiento. Tales ayudas son similares porque todas requieren un proyector, un telón y un salón con cortinas para que se pueda oscurecer el ambiente. Los proyectores de filminas son fácilmente transportables, mientras que los proyectores de acetatos y de opacos no lo son tanto. Al utilizar dichas ayudas se debe verificar que la proyección sea clara, enfocada y

que el material esté bien centrado. Estas ayudas tienen como ventaja sobre las otras que son fáciles de hacer, almacenar y portar.

Un proyector de filminas muestra una serie de gráficas individuales que pueden parecerse a una película de movimiento. Los marcos están generalmente en una secuencia sobre un tema en particular, pero las imágenes que no se quieran presentar se pueden saltar. El tema se puede titular e ilustrar de modo que se puede armar una pequeña discusión durante la presentación. El profesor debe explicar a sus estudiantes el propósito de la presentación y los principios que quiere ilustrar. Cuando ésta tiene letreros, debe verificar que los estudiantes alcancen a leerlos antes de pasar a la siguiente imagen.

Es conveniente elegir a un estudiante para pasar las diapositivas, considerando el ritmo de la presentación para que ésta se entienda bien. La discusión final debe preverse en tiempo y espacio. Se pueden volver a pasar las imágenes que los estudiantes no entendieran bien. La discusión ha de ser seguida por una prueba corta oral o escrita.

**Películas de movimiento.** Las películas de movimiento son un método extraordinariamente efectivo cuando lo que se quiere mostrar es acción, esto es, cómo funciona algo o cómo se hace alguna cosa. La película muestra relaciones, secuencias, prácticas, procesos y técnicas muy difíciles de describir verbalmente.

Las películas de movimiento con sonido son particularmente efectivas para demostrar técnicas de usos de equipos y para familiarizar a los estudiantes con los procesos industriales modernos. Los alumnos pueden ver las operaciones con claridad mientras escuchan las explicaciones al mismo tiempo. Los acercamientos se pueden utilizar para mostrar cómo funcionan las partes complicadas o enredadas.



Por otra parte, se deben proveer equipos similares a los de la película para la demostración en el laboratorio, de manera que los estudiantes puedan cerrar el ciclo de aprendizaje entre lo que se imaginaron al ver la película y lo que es el equipo en realidad. Si la naturaleza del curso lo permite, el profesor debe hacer que sus estudiantes utilicen los equipos después de la película. En general, las películas de movimiento deberán usarse luego que el material se ha discutido en clase. Se debe tener cuidado de que la película cumpla un propósito definido en el curso y que se ajuste lógicamente dentro del material del curso.

Es fundamental que la película esté hecha para propósitos educativos y no para entretenimiento o ventas. El profesor ha de ver la película previamente, pero si no es posible, debe obtener un resumen de su contenido o proveerse de suficiente información sobre ella. El profesor debe además preparar a los estudiantes para la proyección y señalarles los puntos principales en los que se deben concentrar durante la proyección. Una discusión general o quizás una prueba deben seguir a la proyección. Si el tema es muy importante, hay que tener disponibilidad para repetir las partes de interés inmediatamente o unos pocos días después.

Las ayudas visuales no sólo ayudan al estudiante a aclarar las cosas y al profesor a hacer presentaciones atractivas, sino que además cumplen otras funciones como las siguientes:

- *Despertar interés.* Frecuentemente, las ayudas visuales se pueden usar para mostrar cómo una asignatura sirve inmediatamente o a largo plazo. Brinda a los estudiantes una razón para aprender y para maravillarse de estas cosas. El valor de una ayuda visual para despertar interés está demostrado por el hecho de que los estudiantes preguntan más después de ver una película, que durante una clase normal sobre el mismo tema.

- *Hacer hincapié en puntos importantes.* Mientras el proceso de aprendizaje se elabora en condiciones de demasiada tensión, el proceso de olvido opera con mucha facilidad. No es suficiente con mostrar una idea en un determinado momento sino que es necesario fijarla. Como las ayudas visuales marcan una profunda impresión en la mente, el conocimiento se retiene más fácilmente.

El profesor debe estar seguro de que utilizar ayudas visuales vale la pena y que se producen beneficios de naturaleza educativa o de otra. Su uso indiscriminado también puede causar mucho daño en la educación. Por ejemplo, algunos profesores las utilizan porque es más fácil emplearlas que preparar bien las presentaciones de los temas de clase, o para cubrir el tiempo en que no saben qué hacer.

Algunos las utilizan para parecer modernos en sus métodos de enseñanza, cosa que no es más que un mal uso de éstas. Las ayudas visuales son altamente eficientes en la enseñanza, pero el profesor debe aprender a saber cómo y cuándo usarlas.

**Videobeams y portátiles.** Las presentaciones tipo Power Point, utilizando *software* especializado en computadores portátiles y videobeams, son muy fáciles de hacer, y tienen ayudas como el color, el sonido y la forma de aparición de las palabras.

Cuando se hace una presentación en Power Point es importante conservar el tamaño de las letras en por lo menos 32 puntos, y tratar de no escribir más de cinco renglones en cada página, para facilitar la visión de los estudiantes que están atrás. Es clave que el profesor deje la lectura de la pantalla para los estudiantes y que él aluda al tema utilizando palabras diferentes de las que están allí escritas.

Cuando se utilizan cortinas para mejorar la visibilidad, los estudiantes tienen tendencia a dormirse durante la presentación, especialmente



cuando éstas son muy largas y cuando los estudiantes están cansados. Prender las luces de vez en cuando y hacer preguntas de chequeo sobre las diapositivas anteriores puede ayudar en este sentido.

Los videobeams son fáciles de transportar, pero es mucho más recomendable una instalación fija en el techo, para ampliar la visibilidad.

**Comunicación vía internet.** En la actualidad, la comunicación del profesor con sus estudiantes vía internet es una ayuda muy valiosa. Este medio se puede utilizar para entregar programas, tareas, presentaciones, simulaciones y calificaciones.

Las ayudas que se ofrecen van incrementándose a medida que progresan los desarrollos tecnológicos. Es de prever que en los próximos años se incorporen masivamente al proceso educativo los adelantos de la realidad virtual y el diseño de sistemas expertos en la enseñanza. Mente abierta al cambio y estudio permanente de los adelantos de la ciencia y de la tecnología evitarán la obsolescencia magistral.

## AYUDAS PROFESIONALES

Como se comentó anteriormente, es imposible que el profesor llegue a conocer muy bien las personalidades de sus estudiantes. Pero en esta difícil tarea, hay ayudas muy valiosas en otras profesiones, como la psicología, que ha alcanzado adelantos verdaderamente importantes en estos campos. Las especializaciones médicas también brindan respuesta a problemas de tipo emocional, de tipo adictivo, o conductuales, como es el caso de la psiquiatría.

Los deportes y los grupos artísticos, aparte de contribuir a la formación integral de los estudiantes, les ayudan a tener oportunidad

de compartir espacios y tiempos con otras personas, a vencer miedos y temores, y a mejorar su comportamiento social.

El bienestar universitario cuenta con profesionales dedicados a prestar ayuda ante problemas económicos urgentes, como sucede con los trabajadores sociales y los consejeros. También existen en las universidades programas de orientación económica y ayudas en la búsqueda de empleo.

## RESUMEN

### Proceso de planeación

- En la planeación estratégica, las universidades declaran su misión, su visión y sus objetivos institucionales, que son declaraciones que sirven, a la manera de los faros para los barcos, como guías del rumbo que hay que seguir a largo plazo.
- La planeación del currículo universitario parte del análisis de las condiciones vigentes en el entorno académico y de la competencia, de la concepción de lo que es la universidad y de su papel en la sociedad, hasta llegar a la historia y desarrollo de la carrera que se desea establecer.
- La planeación de un curso incluye los temas y subtemas de la asignatura, con los correspondientes estimativos de tiempo y la forma como se presentarán y evaluarán.
- El programa de la asignatura ayuda bastante, porque provee una guía maestra para todo su desarrollo.
- El plan de clase contiene el tipo de información que el profesor necesita como guía para su clase.



### Ayudas para la enseñanza

- El programa del curso y las hojas de preparación de clase son ayudas para el profesor.
- Notas de clase, hojas de instrucción, bosquejo del curso, bancos de preguntas, son ayudas que el profesor alista para mejorar el aprendizaje de sus estudiantes.
- Siempre es recomendable el uso de un libro de texto como guía.
- El tablero, las gráficas, las maquetas y las filminas son ayudas visuales para ayudar a los estudiantes.
- Las películas, las presentaciones tipo Power Point y las simulaciones son otro tipo de ayuda audiovisual para incrementar el aprendizaje de los estudiantes.
- La comunicación profesor – estudiante, vía internet, es una herramienta valiosa en el aprendizaje.

***"Como profesor de ingeniería, usted se debe distinguir por su organización y planeación de las actividades que se van a realizar en el desarrollo de la asignatura. La etapa de planeación le puede tomar bastante tiempo, pero se verá recompensado en el momento de hacer la evaluación, porque ésta ya estará preparada y prevista".***

# 6
# Desarrollo de las clases

*"Los estudiantes deben estar muy motivados para aprender, esto es, tener una motivación interna. La mejor forma de motivar a los estudiantes es mostrarles problemas de aplicación en la vida real de los temas que se van a tratar en el curso, con sus implicaciones como individuos y como miembros de una sociedad".*

**Hans Peter Christensen**[12]

## PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA ENSEÑANZA

**Por Hans Peter Christensen**

El profesor danés Hans Peter Christensen realizó, en una de sus visitas a Colombia, un seminario taller en Bogotá y dejó algunos documentos en idioma inglés, que hemos traducido, y de acuerdo con lo expresado por él, le reconocemos explícitamente su autoría y los vamos a divulgar en este capítulo . La mayoría de los conceptos aquí contenidos están de alguna manera contemplados en el texto. El profesor Christensen considera que los siguientes son los siete principios básicos de la enseñanza:

12. Hans Peter Christensen (2006). Teaching for competences. Documento elaborado para el taller organizado por Acofi, Uniandes y la Universidad Nacional.

El primero consiste en conocer la diferencia entre *transmitir información* y *construir entendimiento*. Aquí se enfatiza en que lo más importante es el aprendizaje del estudiante y que, por tanto, el ambiente tanto físico como mental que rodea la enseñanza debe estar orientado a favorecer el aprendizaje. Los ejemplos, los materiales y los temas que se presentan deben tener sentido para el estudiante. Por otra parte, es necesario ligar los temas presentados con las experiencias anteriores y con los conocimientos previos del estudiante. El profesor debe evaluar los conocimientos previos del estudiante al iniciar el curso, con el fin de poder establecer un punto de partida, porque la construcción del conocimiento se asienta en las bases de las experiencias educativas anteriores. A partir de ahí, la evaluación formativa y continua es la herramienta adecuada para confirmar si se está en el rumbo del aprendizaje que se intenta.

El segundo señala que se puede inducir el aprendizaje y que se debe *cambiar la tradicional enseñanza deductiva por otra inductiva*. En el aprendizaje inductivo, el estudiante inicia sin que se le proporcione información previa al experimento. La experimentación le va proporcionando datos y hechos que el estudiante comienza a generalizar y a modelar teóricamente, a medida que comprende. Esto es el conocimiento profundo. El profesor Christensen advierte que dicho método no es exclusivo, porque puede ser muy lento, y por tanto es necesario incluir experimentos activos, lecturas relevantes y la ayuda del profesor en el proceso de generalización.

El tercero menciona que para trabajar en el aprendizaje *el ambiente de la enseñanza se debe trasladar del ambiente pasivo del auditorio o del salón de clase al ambiente activo del laboratorio*. Igual que en el primer principio, indica que se debe crear un ambiente de aprendizaje que ayude tanto física como mentalmente a las actividades individuales y de grupo. En el programa se deben asignar tiempos para el estudio y la reflexión, y la distribución del aula debe tener espacio suficiente para la actividad física y para el trabajo práctico. El ambiente físico para la enseñanza de la ingeniería debe ser el laboratorio real, cuya distribución y conformación dependerán del tipo de ingeniería que se pretende enseñar; en algunos casos se podrá trabajar con elementos reales, como en el caso de la electrónica o de la mecánica, y en otros con elementos a escala, como es el caso de los laboratorios de hidráulica en civil.



El cuarto *premia la diversidad de actividades de aprendizaje sobre la enseñanza monótona*. La enseñanza debe ser variada, con elementos que se adapten al estilo de aprendizaje de los estudiantes. Los horarios y los programas deben ser flexibles, con miras a que el profesor tenga tiempo suficiente para emprender diversas actividades y técnicas de enseñanza. "No es posible atender a todos los estudiantes, pero la enseñanza puede utilizar la tecnología de información para permitir que los estudiantes usen diferentes estrategias de aprendizaje. El profesor debe impulsar a sus estudiantes a utilizar todo el potencial que poseen"[13]. En el caso de presentaciones orales, el profesor debe dejar espacios para la reflexión o para comprobaciones en el taller. Los materiales que se entreguen deben contener, por una parte, información concreta, como hechos, datos, experimentos y fenómenos observables, y por otra, conceptos abstractos, tales como principios, leyes, teorías y modelos matemáticos. Se debe hacer uso intensivo de gráficas, diseños, diagramas de flujo, gráficas de computador y demostraciones físicas, adicionales a las explicaciones orales y escritas y a sus demostraciones.

Debe presentarse una visión general del tema antes de mostrar cada uno de los pasos, haciendo énfasis en el contexto y en la relevancia de la asignatura, y en su relación con los conocimientos y con la experiencia que tiene el estudiante.

13. *Ibid.*

En el quinto se prefiere el control del profesor antes que la influencia particular del estudiante en el aprendizaje. Según Christensen, se puede influenciar al estudiante a varios niveles. Uno, él más alto, señalándole al alumno sobre lo que debe aprender, como sucede en los proyectos, donde los objetivos son específicos y explícitos; igual suele suceder cuando se utilizan metodologías de aprendizaje basadas en solución de problemas ABP. Otro, el más bajo, consiste en influenciar al estudiante en la forma como él aprende, aconsejándole cómo debe hacer su trabajo: leyendo, trabajando en grupo o haciendo experimentos prácticos.

En el sexto compara la resolución de ejercicios sacados de libros con la solución de problemas complejos del mundo real. Es mejor analizar y resolver problemas complejos de ingeniería sacados del mundo real para desarrollar la capacidad de análisis de los estudiantes. La complejidad y la dificultad metodológica de los problemas se pueden enfrentar definiendo muy bien el problema y buscando diversas soluciones.

Por el contrario, la solución de problemas sacados de libros, de respuesta cerrada, llevan a la anulación de la creatividad.

"Un problema puede ser teórico, sacado de un libro de texto, o práctico, que puede ser un problema auténtico del mundo real. Pero la autenticidad tiene dos niveles: puede ser un problema ficticio, construido a partir de condiciones reales, o un problema tomado del mundo real. En algunos casos, es importante que el problema sea real, porque se puede incrementar la motivación del estudiante. Pero en la mayoría de los casos es más fácil centrarse en metas de aprendizaje, mediante problemas diseñados especialmente para que los estudiantes encuentren la solución, por medio de los métodos específicos de la disciplina que se está estudiando"[14].

14. *Ibid.*



En el séptimo lugar *se estudian las ventajas de un currículo centrado en los elementos fundamentales frente a un currículo sobrecargado.* Una vez decididos los objetivos de aprendizaje, el profesor debe decidir qué enseñar. La enseñanza debe facilitar el aprendizaje profundo,pero se requiere tiempo para que los estudiantes asimilen los conceptos. Se puede remplazar una cobertura superficial de muchos temas por unos cuantos conceptos claves o nucleares. Los objetivos de aprendizaje son los que el estudiante será capaz de hacer, en tanto que los elementos nucleares o esenciales son los que el estudiante debe aprender con el propósito de alcanzar los objetivos de la asignatura. Lo más importante del currículo es "ir a lo esencial y cortar lo que no lo sea".

Cuando un conocimiento se enseña en múltiples contextos, las personas pueden extraer los aspectos más relevantes de los conceptos, desarrollar una representación más flexible de ellos, que se pueden utilizar de manera más general. Se debe entonces enseñar la asignatura con profundidad, presentando muchos ejemplos sobre el mismo concepto.

## ORDEN O SECUENCIA DE LA ENSEÑANZA

El profesor Christensen considera que las clases deben seguir un orden o secuencia en la enseñanza: "*Motivar-Iniciar-Facilitar-Evaluar-Facilitar-Evaluar-F...*" (figura 7).

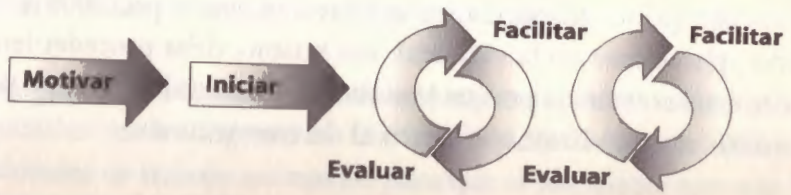


**Figura 7.** SECUENCIA DE LA ENSEÑANZA.

Al tema de la motivación se ha dedicado un espacio en particular, de manera que aquí se tratarán algunos aspectos de la iniciación y la facilitación, dejando para más adelante lo referente a la evaluación.

## INICIAR

Para lograr que los estudiantes interioricen su aprendizaje, el profesor debe iniciar su curso haciendo un *examen* o prueba de entrada, con el fin de tener un punto de arranque sólido y conocer lo que los estudiantes piensan. En dicha prueba, el profesor debe preguntar sobre:

1. *Motivaciones y expectativas del estudiante con respecto al curso.* Los estudiantes pueden llegar con motivaciones y expectativas diferentes de las del profesor y es muy probable que ellos ya sepan el tema o que no quieran asistir al curso. Si este es el caso, para la mayoría de los estudiantes lo mejor es cambiar el contenido del curso.
2. *Nivel de entendimiento de los temas necesarios (prerrequisitos) para comprender el material del curso.* Si el estudiante no reúne los requisitos, es muy difícil nivelarlo.

El siguiente paso consiste en explicar a los estudiantes la relación del curso con el contexto. El estudiante debe relacionar lo que va a aprender con lo que ya sabe y debe hacer las conexiones mentales para asociar los temas. El profesor debe mostrar cómo desde el punto de vista teórico la asignatura se relaciona con la profesión y ojalá con aplicaciones en la vida real. Así mismo, debe proceder lentamente en el comienzo, porque los estudiantes necesitan tiempo para transferir el aprendizaje que tienen al del nuevo curso.

Después, es necesario que el profesor proporcione las instrucciones y la información correspondiente que, como se ha comentado,



puede estar contenida en el programa del curso y en las hojas de instrucción correspondientes. El estudiante debe conocer los objetivos de aprendizaje del curso, los resultados esperados, las intenciones que se persiguen con los métodos de enseñanza, la forma y valoración de las calificaciones, y toda la información necesaria relacionada con la asignatura, la cual debe suministrarse para que el estudiante comience su proceso deductivo de aprendizaje.

A continuación, el estudiante debe ser *activado*. Hay que generarle confianza en sus propias habilidades para aprender. Al comienzo del curso es necesario entregarles a los estudiantes tareas que puedan hacer bien y rápidamente. Ellos sentirán que están aprendiendo y que están haciendo las cosas que más les gustan. Pero este es sólo el comienzo. Después habrá que enfrentarlos a mayores desafíos.

El profesor Christiansen habla de que para el desarrollo de las clases es conveniente aplicar un modelo de retroalimentación de doble lazo. En el *primer lazo* el estudiante logra un aprendizaje independiente mediante mucha práctica, haciendo uso de bibliotecas, laboratorios, salas de informática y otras ayudas, para estudiar la asignatura independientemente o en grupo, y así adquirir experiencia en ella.

El trabajo en grupo evita el riesgo que corre el alumno cuando estudia aislado de llegar a conclusiones erradas o de llegar a situaciones sin salida. Trabajando en grupo el estudiante adquiere la capacidad de discutir y de defender sus puntos de vista, de trabajar con otros, de comunicarse y de presentar sus ideas al grupo.

Algunos estudiantes prefieren experimentar manipulando cosas, especialmente los ingenieros. Hay que brindar la oportunidad y los ambientes de trabajo necesarios para que el estudiante aprenda haciendo. No se necesita tener elementos costosos en los talleres o laboratorios, éstos pueden ser baratos y accesibles. Los laboratorios

especializados los pueden utilizar con la custodia de personas experimentadas.

Por medio de la interacción con otras personas, se aprende a reflexionar mediante la duda: ¿cómo se llega a este resultado? ¿Cómo funciona esto? ¿Cómo se puede estar seguro de aquello? El papel del profesor en ese momento debe ser el de un guía y el de un facilitador del proceso de aprendizaje.

En el *segundo lazo*, el profesor ayuda a la generalización del conocimiento contextual y experimental para pasar al entendimiento conceptual. En ese sentido, debe guiar al alumno en su proceso de aprendizaje activo hacia un proceso de aprendizaje reflexivo, de manera que las experiencias tácitas se conceptualicen hasta lograr verdaderos modelos de entendimiento y comprensión.

Un *tercer lazo*, que agregamos nosotros, sería la aplicación del entendimiento conceptual y teórico a situaciones eminentemente prácticas, donde puede volverse de nuevo a una situación experimental que puede conducir a nuevas generalizaciones y a nuevos conceptos.

El aprendizaje activo se define generalmente como un método de enseñanza que involucra a los estudiantes en su proceso de aprendizaje. En resumen, en el aprendizaje activo las actividades que desarrollan los estudiantes deben tener significado para él y lo deben orientar a pensar sobre lo que está haciendo.

Es importante ir desde la actividad hasta el aprendizaje activo. El profesor debe entrenarse en la didáctica para poder ejercer el papel de guía con mucho entendimiento de los procesos de aprendizaje y tener un profundo conocimiento de su materia. Los estudiantes han de aprender a aprender.



## FACILITAR

Enfrentar el salón de clase es una prueba crucial para el profesor. En el aula, el profesor es como el maestro de ceremonias: todo lo que suceda depende de lo que él diga y de lo que él haga. El profesor es el corazón de todas las cosas y el gerente general de todas las actividades de la organización de la clase, por lo cual debe ser un artista para hacer una excelente presentación y un buen vendedor para hacer creer a sus estudiantes todo lo que les dice y muestra.

Pero a pesar de que el profesor dirija el espectáculo, él no lo es todo; tendrá que poner en escena la actividad estudiantil y el pensamiento de sus estudiantes, y debe tener bien claro que esto es lo realmente importante de su actuación. Existe una simbiosis entre profesores y estudiantes en el momento de la clase: los dos se necesitan mutuamente y deben estar conectados. El profesor debe facilitar el aprendizaje de su estudiante, que será su meta principal.

El profesor debe presentar las nuevas ideas de manera lógica, clara e impactante. Al final de la clase, el estudiante deberá sentir que ha aprendido algo y que ha empleado su tiempo útil y agradablemente. El profesor se dará cuenta de que cada esfuerzo para que las cosas salgan bien, y para que los estudiantes queden satisfechos, depende de él.

El método formal de la clase como presentación magistral, donde el profesor entrega lo que ha preparado como lección y el estudiante es una parte pasiva, como observador silencioso, ocupado febrilmente en tomar notas, es un método de enseñanza aburridor y poco efectivo. La objeción a este método es que los estudiantes no participan en forma activa en este proceso educativo y, en consecuencia, es altamente probable que ellos no estén interesados y que no atiendan a lo que el profesor explica, porque no requieren hacer ningún esfuerzo mental.

Cuando el profesor gasta la totalidad del tiempo en presentar la lección, sin tiempo para preguntas o respuestas, es muy probable que los estudiantes cierren el canal de comunicación con él. Sin embargo, hay profesores que están dotados de cualidades y características especiales para acaparar la atención, porque son eminencias reconocidas en su campo del saber, pueden despertar interés y lograr entusiasmo en su auditorio. Pero lamentablemente son una minoría.

En condiciones normales, se puede remplazar el método de la clase magistral por otros métodos más informales y con mayores ventajas. La lección debe apoyarse en medios como los antes descritos, hacerse más clara e impresionante mediante el uso de ayudas educativas y de un variado conjunto de actividades en las que los estudiantes tomen parte. La sesión de clase debe ser organizada y dirigida para que no degenere en una inútil habladuría. Los estudiantes aprecian mucho la oportunidad que se les otorgue para presentar sus ideas y sus opiniones sobre los temas tratados en clase.

Suponiendo que el profesor conoce su materia y que él ha hecho una cuidadosa preparación de clase, he aquí unos cuantos pero importantes factores que un profesor deberá tener en cuenta cuando conduzca su sesión de clase.

**El aula.** El salón de clase es el teatro del profesor. Debe estar limpio, ordenado, ventilado, bien iluminado y con una temperatura que no sea ni demasiado fría ni demasiado caliente, para que los estudiantes no se duerman. Éste ha de ser un lugar de trabajo placentero y animado. Todos los equipos y materiales de enseñanza deberán estar en su sitio y listos para su uso. Cuando todo esté preparado, el profesor puede entrar en escena y conducir su sesión en un ambiente que llegue a un buen aprendizaje.



**Apariencia personal.** Como una gran mayoría juzga a las personas por su forma de vestir, el profesor deberá ser cuidadoso con su presentación personal. Como es muy posible que los ingresos no le permitan mantener un guardarropa muy variado, lo importante es que siempre esté limpio y pulcro. Un profesor desaliñado no inspira admiración ni respeto a sus alumnos. Tampoco ha de estar exageradamente elegante, sino que debe mantenerse dentro de la categoría de una persona bien vestida o presentada.

- **Ayudas**
  - *Syllabus* del curso
  - Plan de la clase (hoja de preparación de la clase)
  - Notas de clase
  - Hojas de instruccón
  - Preguntas preparadas (base de datos)
  - Libros de texto
  - Tablero
  - Modelos, prototipos, demostraciones
  - Ayudas audiovisuales
- **La clase**
  - Puntualidad
  - Motivación - Iniciación - Facilitación - Evaluación
  - Resumen y conclusiones

**Figura 8.** Etapas del proceso de aprendizaje. Desarrollo.

**El porte.** El profesor siempre deberá mostrar una actitud de alta autoestima y de confianza en sí mismo, como resultado de su conocimiento acumulado con el tiempo. A veces el profesor muestra inseguridad porque cree que no conoce muy bien el tema que está enseñando, pero esto es contraproducente porque los estudiantes la detectan inmediatamente. El profesor debe estar seguro de que él

sabe más que sus estudiantes y que es mucho más fácil aprenderse el tema, que dejarlo de tarea.

**Amaneramientos al hablar.** El profesor debe evitar amaneramientos al hablar, ya que éstos distraen a la audiencia. Palabras soeces o vulgares hacen que los estudiantes se disgusten. Una expresión bien usada la primera vez puede impactar positivamente, pero... cuando ésta se repite diez mil veces durante el curso, hace que los estudiantes se sientan mal y traten de faltarle el respeto al profesor. El uso excesivo de ciertas palabras y frases, o de carraspeos o sonidos guturales, es muy común y debe evitarse.

**Malos hábitos.** El profesor debe evitar hábitos y manías como jalarse la oreja, lanzar la tiza al aire, caminar por el salón, sentarse en el escritorio y otras actuaciones que distraen la atención de los estudiantes y los hacen disgustar. Éstas, son desde luego, formas de aliviar la tensión y los nervios, pero se deben evitar.

La energía nerviosa es buena pero debe mantenerse bajo control. Quedarse quieto es malo, pero caminar en exceso o moverse mucho también lo es. El profesor se debe mover lentamente y con seguridad al frente de la clase, de acuerdo con los requerimientos de ésta.

**Enseñanza adormecedora.** Una de las peores condiciones de la educación es la enseñanza sin un propósito bien definido y arrulladora. Dormir es una sensación muy agradable, pero se debe hacer en el lugar y en el momento adecuados para esto. La sesión de clase no debe ser para dormir. Pero si el profesor llega a la clase, se sienta, bosteza y luego entra en un desalentador monólogo, no es muy difícil prever el resultado. Cuando el profesor enseña de esta manera, los estudiantes reciben el mensaje de que a él no le gusta lo que hace, que no tiene objetivos que cumplir, y muy seguramente no estarán dispuestos a escucharlo.



Los estudiantes reaccionan ante el tipo de enseñanza que se les imponga. Si el profesor muestra gran interés y entusiasmo, los estudiantes estarán dispuestos a hacer lo mismo. Si hace una presentación monótona y aburrida, los estudiantes estarán aburridos también. Algunos profesores vuelven la asignatura tan interesante que los estudiantes se sienten contentos y a gusto, mientras que otros la hacen tan sin sentido que los estudiantes se disgustan y la ven como una pérdida de tiempo. Y los estudiantes estarán en lo correcto, será una verdadera pérdida de tiempo.

La atmósfera de la clase debe ser viva, tener sentido y no conducir hacia una desorganización mental. El profesor ha de ser una persona impredecible con sus estudiantes en cuanto a lo que se va a hacer en clase, ya que no es bueno dejar que ellos sepan con anticipación cómo se desarrollará. Lo único que deben saber es que será interesante.

**La forma de hablar.** Una forma de hablar agradable y un discurso efectivo son los fundamentos de una buena enseñanza. A lo anterior debe agregársele elegancia a lo que se hace, pues de lo contrario se obtendrá un desempeño apenas ordinario. El profesor debe mirar a sus estudiantes a los ojos y hablar individual e informalmente con algunos de ellos, en un tono claro y amigable.

La charla y el tono de voz no pueden ser monótonos porque esto produce adormecimiento en los estudiantes. Cada palabra y cada acción deberán reflejar sinceridad, vitalidad y entusiasmo. Es natural utilizar algunos gestos propios para generar efectividad en el mensaje. Gestos simples están bien, los demás lo harán parecer tonto. Como los estudiantes tienen que escuchar al profesor durante bastante tiempo, él tiene que ponerle cuidado a lo que dice y a la forma como lo hace.

Una manera de que el profesor sepa cómo está dictando sus clases es grabar algunas sesiones y mostrárselas a personas amigas, después escuchar sus comentarios y ponerles remedio a los problemas.

La velocidad a la cual se deben presentar las ideas es importante y varía de acuerdo con el profesor. Si se hace muy rápido, los estudiantes no alcanzarán a comprenderlo, mientras que si se presenta muy despacio, únicamente cubrirá una parte del contenido programado para la clase. Algunos hablan rápido para evitar preguntas, pero en estos casos los estudiantes generalmente no aprenden y se quedan con dudas.

**Comenzar a tiempo.** Las primeras impresiones son las que más perduran; por tanto, la forma como el profesor maneje su primera clase será la que marcará la huella para el resto del curso. El trabajo del profesor deberá estar perfectamente planeado y organizado, de tal modo que los estudiantes sepan que él sabe lo que está haciendo, que conoce su trabajo, que es eficiente y que espera que ellos hagan también su mejor esfuerzo. Si el curso tiene temas claves, el profesor debe decírselos a sus estudiantes desde el primer día, a manera de panorama general del curso, tal como se comentó antes en el tema de la motivación.

El profesor debe convencer a sus estudiantes de que su materia es importante, que ellos deben iniciar su trabajo inmediatamente y que deben entrar en acción en ese momento. Esta forma de empezar los puede dejar sin aliento, pero no se morirán por esto. Además, los estudiantes comenzarán a disfrutar el curso porque sentirán que están haciendo algo útil y que están aprendiendo cosas interesantes. Para conseguir un total compromiso de sus estudiantes, el profesor debe ser sincero con ellos y decirles lo que él cree, lo que siente, y que está tratando de ayudarlos.



**Creando interés.** Uno de los más antiguos y más difíciles problemas de la educación es idear métodos para lograr que los alumnos estudien. Es bien conocido que la responsabilidad de aprender es de los estudiantes, pero muchos de ellos necesitan la ayuda de su profesor y requieren explicaciones adicionales. Dejarlos solos no es una práctica muy buena, porque muchas veces ellos no aprenden y los profesores no se sienten satisfechos con su trabajo.

La mayoría de los alumnos estudian, si es que lo hacen, por dos razones principales:

1. Porque lo *tienen* que hacer.
2. Porque están interesados en la asignatura.

El uso de la obligatoriedad no es deseable, porque causa una profunda repulsión por la asignatura y el conocimiento que se adquiere de esta manera no se retiene por largo tiempo. El aprendizaje es mucho más agradable y permanente si está basado en el interés. Entonces, lo primero que el profesor debe hacer en su clase es estimular el interés por parte de los estudiantes, como se mencionó antes.

No se puede desarrollar la mente mientras ésta no participe. Hay que hablarles a los estudiantes para crear esta actitud de cooperación. El interés provee la motivación que hace que los estudiantes aprendan, de modo que el profesor debe estar deseoso de hacer un gran esfuerzo en el desarrollo de actividades que garanticen el aprendizaje de una manera agradable.

A los estudiantes, algunas veces, no les gusta una asignatura porque no la conocen. En el comienzo puede incluso, usarse un poco la obligatoriedad para que el estudiante lea y conozca de qué se trata la asignatura, pero el profesor debe manejar su clase en forma tal que el interés se vaya incrementando y se haga innecesaria la obligatoriedad.

Por lo general, los estudiantes de ingeniería permanecen en un estado mental de consternación por cerca de dos años, antes de que todo empiece a tener sentido para ellos. Este es el resultado de que se les dispense conocimiento por cápsulas, sin contarles los propósitos ni relacionarles las cosas que se enseñan; en consecuencia, el grupo de estudiantes camina a tientas en la oscuridad, tratando de encontrarle sentido y dirección a su aprendizaje. La falta de interés y una confusión general en la forma de pensar son el resultado inevitable de una enseñanza sin objetivos claros y desarticulados.

Al comienzo del curso el profesor tiene que decirles a sus estudiantes por qué la materia se incluye en el currículo y qué beneficios se espera que obtengan de ella. El profesor debe explicar si su curso es de fundamentos o si es un curso de aplicación de los principios fundamentales. Aun sin conocer lo que es la asignatura, el estudiante debe saber para qué le servirá en el futuro y cómo sacará provecho de ella antes de que desarrolle interés por ésta.

Una de las formas más efectivas para crear interés consiste en relacionar el presente con el futuro, mostrando cómo se aprovecha el conocimiento en la práctica profesional. Cuando el estudiante comprende el objetivo y sus interrelaciones, estará dispuesto a desplegar un mayor interés porque ya tiene una meta y sabe qué pasos habrá que seguir para alcanzarla.

Además de establecer los objetivos y las interrelaciones, hay muchas otras maneras de agregar interés y entusiasmo por la clase. Por ejemplo, la asignatura se puede presentar mediante el uso de variadas ayudas educativas, se debe despertar la curiosidad, algunas veces ponerle toques de dramatismo aquí y allá y estimularles la imaginación. Un poquito de agudeza o un chiste apropiado son cosas importantes para mantener al estudiante alerta y de buen humor.



También se puede apelar al orgullo de las personas a través de premios, marcas, exhibiciones de los trabajos de los estudiantes en competencias juzgadas por personas externas. Concursos de preguntas y problemas pertinentes elaborados por los estudiantes y respondidos en un foro abierto son formas de incrementar el interés.

La peor situación con respecto al interés es cuando los estudiantes deben tomar un curso de áreas que no son de su predilección. En estos casos se presentan dificultades con estudiantes y profesores. Los estudiantes no ven cómo la asignatura puede tener algún valor para ellos, y en consecuencia no le dedican mucho tiempo ni le prestan atención.

El profesor, por su parte, cree a menudo que si los estudiantes no quieren aprender, él tampoco tiene por qué hacer ningún esfuerzo adicional para encaminarlos y enseñarles. Además, estos cursos generalmente son los elementales del departamento y a los profesores les gusta enseñar en los más avanzados, con el fin de elevar su estatus profesional y su rango.

El profesor puede estimular el interés de sus estudiantes en cursos que no pertenecen al departamento así:

1. Mostrándoles a los estudiantes cómo pueden utilizar los conocimientos en su línea de trabajo y dándoles ejemplos concretos de su uso.
2. Informándoles que el trabajo de los estudiantes puede estar asociado con otras personas de distintas disciplinas de la ingeniería y que ellos, al menos, deben estar en capacidad de hablar en el mismo lenguaje y de entender los problemas que se están resolviendo de manera interdisciplinaria.
3. Explicándoles que la educación en ingeniería debe tener una base amplia de soporte para la parte profesional.

El profesor puede preguntar también a los encargados de elaborar el currículo qué propósitos esperan del curso.

**Algo nuevo.** Cada sesión de clase debe contener algo nuevo, dado que la excesiva repetición conduce al aburrimiento y a la pérdida de tiempo. Esto tiene mucha relación con la forma como se planea el curso. La presentación de nuevas ideas debe limitarse a períodos de tiempo cortos, al comienzo de la clase y cuando los estudiantes se encuentran mentalmente alerta. La práctica enseña que en los primeros veinte minutos de clase los estudiantes están concentrados y poniendo cuidado. Cada idea nueva debe presentarse como un desafío para los estudiantes, esto es, ellos deben utilizar su mente para captar cada paso sucesivo. Este es el proceso que desarrolla capacidades mentales.

El profesor debe establecer la base para la presentación de nuevas ideas. Por ejemplo, él debe aclarar el objetivo de éstas, diciéndoles a los estudiantes *qué* cosas nuevas se espera que ellos aprendan; él debe motivarlos para que entiendan el *porqué* de dichas ideas; y luego, cuando estén listos, les enseñará el cómo se hacen las cosas. Las nuevas ideas deben construirse sobre las bases que ya han construido y aprendido los estudiantes en su experiencia en la universidad.

El profesor puede preguntar sobre los temas previamente vistos y mostrar cómo el nuevo material está relacionado con el que ya han aprendido los estudiantes. Estas son las asociaciones que facilitan la recuperación de los recuerdos en la memoria.

El profesor puede relatar hechos y situaciones que ilustren la aplicación de los principios que se están tratando, y muy a menudo, algunos estudiantes contribuirán con el tema mediante la narración de sus propias experiencias. Al presentar un material nuevo, no se debe pasar por alto la posibilidad de utilizar analogías que expliquen cosas con las que no están familiarizados, mediante ayudas con temas que ya conocen. Este método es muy efectivo, sirve para asociar, memorizar y entender.



**Reacción de los estudiantes.** El profesor debe observar la reacción de sus estudiantes a medida que está presentando su material y detectar si ellos están entendiendo o no. Si la expresión de la cara le indica que ellos no lo están siguiendo en la línea de razonamiento, puede preguntarles, para encontrar las posibles fallas. No comprender una parte del razonamiento puede significar que no entienda lo que se presenta en el resto de la clase.

Frecuentemente, los estudiantes pueden tener problemas para comprender un punto o subtema y quedarse anclados pensando en esto. Es importante para ellos saber que pueden levantar la mano y exponer sus dudas en el momento en que se les presentan. Si el profesor no está preparado para responder, no debe tratar de engañarlos; simplemente debe prometerles que en la siguiente clase resolverá las dudas y no debe fallar al hacerlo.

**Uso de preguntas.** La forma de preguntar inteligentemente es uno de los medios más efectivos para estimular el pensamiento y forzar la intervención de los estudiantes en el tema de la clase. En efecto, las preguntas son una forma de enseñanza muy importante, de manera que vale la pena que el profesor le dedique tiempo a su estudio y preparación. Cuando se utilicen preguntas para desarrollar un tema, hay que asegurarse de que éstas sean buenas, que se hagan en el momento preciso y en la forma adecuada.

El profesor no debe preguntar a los estudiantes siguiendo un orden alfabético o el orden en el que están sentados. Por el contrario, debe dar una mirada a todo el grupo y observar quién está descuidado. Algunos profesores, una vez hecha la pregunta, prefieren dar

a sus estudiantes un breve tiempo para pensar la respuesta. Este método es válido para estimular el pensamiento de todos los estudiantes, porque ellos no saben a quién le tocará contestar. Además, como se mencionó antes, los estudiantes reflexivos o intelectuales necesitan tomarse un tiempo para responder.

Otros profesores prefieren lanzar una pregunta motivadora al azar y dejan que los estudiantes la respondan. Esto lleva a una discusión interesante, que puede tener un alto valor educacional. Ambos métodos de hacer preguntas son perfectamente válidos y el profesor deberá usar el que le produzca mejores resultados.

**La palabra "obvio".** El profesor debe tener cuidado al utilizar la palabra "obvio", ya que su uso muy rara vez se justifica en el aula de clase. Generalmente, las cosas "obvias" son las más difíciles de explicar. El empleo de esta palabra muchas veces bloquea a los estudiantes para preguntar. Algunos profesores deliberadamente utilizan la palabra "obvio" para evitar preguntas sobre algo que no entienden ni ellos mismos.

**Notas en el tablero.** Los estudiantes aprenden muy poco cuando se les ordena que copien un tablero lleno de notas y que escuchen al mismo tiempo las explicaciones. Si es necesario utilizar notas voluminosas, lo mejor es entregárselas por escrito al comienzo de la clase, para que ellos puedan concentrarse en las explicaciones.

**Demostraciones matemáticas.** La clase se puede preparar de tal manera que una pequeña parte de ella se dedique únicamente a demostraciones matemáticas. Cuando tales demostraciones consumen gran cantidad de tiempo, los estudiantes se pierden y nunca aprecian el significado o el concepto que se está demostrando. El profesor debe



señalar la importancia de la demostración del principio físico o matemático, y cuando sea posible, aclararlo con métodos gráficos.

**Aplicaciones de nuevos materiales.** El profesor puede explicar ciertos temas por horas y horas, pero serán muy pocos los estudiantes que le entiendan si ellos no están acostumbrados a usarlos. Es importante, entonces, que el profesor guíe a sus estudiantes a aplicar dicho conocimiento lo más rápido posible, para que ellos lo fijen en su mente. Las aplicaciones prácticas se deben discutir primero, antes de mostrarles cómo hacerlo. Esto se puede demostrar resolviendo problemas o experimentos, o trabajando con equipos de prácticas.

En la enseñanza, para desacelerar el olvido, hay que acelerar el aprendizaje; entonces el profesor deberá volver atrás e indagar sobre cosas ya vistas y, si es posible, hacer prácticas, para aplicar los principios cubiertos en el curso. Este uso recurrente ayuda a que el conocimiento permanezca fresco.

Un método para explicar nuevos materiales de problemas en los cursos consiste en dividir el tablero en varias zonas y asignar a cada estudiante un problema y una zona donde pueda resolverlo, durante la clase. Como regla, estos problemas no se deben sacar del libro de texto, sino que deben ser nuevos y estar escritos, de manera que se le entregan al estudiante cuando pasa al tablero. Si el espacio del tablero no es suficiente, a los demás alumnos se les dan problemas que ellos deberán solucionar en su puesto. Cuando hay que resolver muchos problemas, el uso de una sala de cómputo puede ayudar bastante.

Los estudiantes gastan una gran cantidad de tiempo en solucionar problemas porque no saben por dónde empezar, razón por la cual el profesor debe enseñarles un proceso sistemático para resolver problemas de todo tipo. Aquellos estudiantes que fallen en el raciocinio de

los problemas prácticos no tendrán que ser optimistas por estudiar una carrera de ingeniería.

Cuando los estudiantes aprenden el método científico en la universidad, su trabajo se vuelve más interesante y dejan de ver su carrera como si fuera para genios, pues saben que si trabajan en la solución de los problemas obtendrán una naturaleza conquistadora.

El profesor puede brindar una educación más realista y con significado, mediante prácticas industriales simuladas, sin perder de vista que dichos supuestos son para la universidad y no para aplicar en el trabajo. En ocasiones, este punto no es muy claro para algunos de ellos.

**Aprendizaje cooperativo.** Una clase es un grupo de individuos, pero las actividades de aprendizaje no pueden estar limitadas a las relaciones de los estudiantes con el profesor y con ellos mismos. Se gana mucho fomentando el buen trato y la cooperación entre los estudiantes. En lugar de que cada estudiante esté interesado en su propio bienestar, se le debe aconsejar para que contribuya, lo más que pueda, al aprendizaje de los demás miembros del grupo.

Algunos estudiantes aprenden más rápidamente lo que el profesor explica porque se sienten libres de preguntar. El alumno que ayuda a otros aprende más y más rápido, porque retiene más el conocimiento cuando lo vuelve a explicar a los demás. Se debe tener precaución de que unos pocos no hagan todo el trabajo del grupo. En muchos cursos existe la posibilidad de dividir el grupo en pequeños subgrupos y de asignarle a cada uno de éstos un tema para investigar y presentar en clase.

El intercambio libre de ideas y conocimientos a través de discusiones informales en la universidad o en las casas de los estudiantes



ayuda a enseñar a los alumnos el proceso de búsqueda de la verdad, y al conocer la verdad, la discusión se hace inolvidable. Si el espíritu de cooperación es engendrado en el trabajo universitario, el estudiante seguirá con él toda la vida y esto hará que como ingeniero acepte sus responsabilidades ante la sociedad.

**Concluyendo la sesión de clase.** La sesión de clase puede concluirse con una prueba o haciendo un breve resumen que consolide los temas principales que se han considerado.

Se debe dar tiempo suficiente para que los estudiantes hagan la tarea, de modo que sepan qué se espera de ellos. Los estudiantes no les ponen mucha atención a las tareas que no se plantean con cuidado. Si una tarea requiere muchos detalles en su instrucción, es mejor entregarla por escrito. Esto ahorra tiempo y evita errores y malentendidos, porque los estudiantes son más respetuosos de las tareas escritas.

También es una buena práctica hacer una pequeña introducción de lo que se verá en la clase siguiente. Esta es una forma efectiva de crear interés en la siguiente clase y de conectar los temas de la una con los de la otra.

## ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES

**La práctica y la retroalimentación de otros ingenieros.** La mejor forma de que los estudiantes adquieran conocimientos y habilidades es a través de la práctica y de la retroalimentación oportuna. La teoría, sin la experimentación y la práctica, se restringe a ejercicios memorísticos. Las prácticas sin la teoría se reducen al nivel operativo. En el proceso de aprendizaje se puede partir de la experimentación para deducir las leyes o comprobarlas me-

diante prácticas de laboratorio. El orden no interesa, lo importante es que la relación teoría-práctica se mantenga[15].

Dependiendo de la rama de la ingeniería, cambian los campos y laboratorios de experimentación. Algunos son excesivamente costosos, pero de empleo muy reducido. Otros, la mayoría, deben ser para el verdadero uso experimental de los estudiantes. "Con respecto a los aparatos de experimentación hay diversas alternativas: cantidades grandes de equipos baratos o cantidades reducidas de equipos costosos. Ambientes poco costosos, donde los estudiantes puedan experimentar a gusto o laboratorios de tecnologías avanzadas donde los estudiantes, bajo estricta vigilancia, puedan utilizar los equipos que son el estado del arte en investigación.

Desde un punto de vista pedagógico, es preferible escoger una buena cantidad de equipo poco costoso (no obsoleto) que el estudiante pueda movilizar y que él pueda controlar, por ejemplo, equipos que se pueden asignar a un grupo de trabajo de estudiantes durante el semestre, especialmente en los primeros años, y dejar los más costosos para la investigación y uso restringido"[16].

La práctica para los ingenieros es en alguna forma similar al entrenamiento de los deportistas, es decir, ha de ser permanente si se quieren excelentes resultados en el momento de la competencia. La famosa brecha entre empresas y universidades se ha venido reduciendo poco a poco, en la medida en que los empresarios entienden la importancia del trabajo profesional y calificado en sus compañías. Un buen número de estudiantes realizan sus trabajos de curso, sus prácticas y sus proyectos de grado en empresas, con resultados excelentes para éstas.

15. Luis Ernesto Blanco Rivero (1986). La relación teoría-práctica en la docencia universitaria. Revista *Mundo Universitario*, N° 25, 1986, p. 79.

16. Hans Peter Christensen, *op. cit*, p. 28.



En los primeros semestres de la carrera, las visitas a compañías en donde se desempeñan laboralmente los ingenieros de la misma especialidad de los estudiantes, son bastante formativas para ellos, ya que tienen la oportunidad de decidir si eso que hacen y lo que ganan sus "colegas" están de acuerdo con sus expectativas del desempeño laboral de la profesión. Algunos se arrepentirán a tiempo. Otros reafirmarán sus gustos y aumentarán su motivación por la carrera y por la materia.

Las prácticas empresariales en ingeniería han ganado importancia con el tiempo; hay universidades que tienen prácticas empresariales obligatorias en períodos de tiempo que oscilan entre seis meses y un año. Los profesores que han tenido la oportunidad de trabajar con estudiantes que han regresado de sus prácticas empresariales opinan que el grado de madurez que alcanzan dichos estudiantes allá es muy alto y que la motivación por su carrera y por su profesión se maximiza.

Las charlas de profesionales exitosos, que muestran a los estudiantes los detalles de la profesión, sus dificultades y sus soluciones a problemas de la vida real, entusiasman y motivan. Son muchos los profesionales, particularmente los egresados, que quieren contar sus experiencias a los aspirantes a la carrera, que se pueden aprovechar para mejorar la motivación inicial.

Si además de todo lo anterior se puede diseñar un curso teórico-práctico, donde el estudiante se pueda sentir como "ingeniero", así sus descubrimientos no sean el estado del arte, la motivación se incrementará y se asegurará la continuación de este estudiante en la carrera.

Las bibliotecas, las aulas máximas o los auditorios son el centro de actividades educacionales; sin embargo, la participación de los estudiantes en ellas es muy limitada. Los experimentos en los laboratorios, los viajes de inspección o visitas de campo, y las tareas para hacer individualmente, dan a los estudiantes la oportunidad de tener una participación más activa.

**Laboratorios de experimentación.** Como se ha venido insistiendo, la mayoría de las personas aprende por la experiencia. El uso de laboratorios en educación tiene el propósito de brindar al estudiante experiencias directas y activas, dejando que él mismo haga las cosas de las cuales ha oído hablar o ha leído. Esta es la primera fase del aprendizaje, o sea, la experimentación. El trabajo de laboratorio puede consistir en hacer pruebas de materiales en máquinas, en diseñar una máquina o una estructura, y en hacer muchas otras cosas. El laboratorio frecuentemente tiene que ver con el análisis de un todo que se ha descompuesto en partes para ver cómo son y conocer cuál es su función individualmente y dentro del todo.

Para estudiantes maduros, el laboratorio puede incluir procesos de síntesis, en los cuales muchas partes separadas se combinen para producir un todo con resultados esperados. Esta es la segunda fase del aprendizaje, esto es, la conceptualización. El laboratorio, entonces, es un lugar de trabajo, de pensamiento, para explorar, para experimentar y para ejercitar la ingenuidad y usar recursos, para hacer cosas que funcionen de una manera determinada. Este conocimiento, a su vez, genera nuevo conocimiento.

Los laboratorios de experimentación en ingeniería son fundamentales como parte del proceso de aprendizaje. El conocimiento que se ha obtenido en la parte teórica se entiende y comprende mejor cuando se utilizan aplicaciones prácticas y este aprendizaje se retiene por mucho más tiempo. Si el conocimiento no se utiliza, se siente como



falto de significado, es vago, transitorio y se olvida fácilmente. La teoría y la práctica están estrechamente relacionadas y se han de tratar como partes de un todo, entonces si el estudiante debe obtener el máximo beneficio de un curso, la teoría y la práctica tienen que estar estrechamente coordinadas.

Una buena forma de hacerlo es tener el mismo profesor para teoría y práctica. Si hay diferentes profesores, la coordinación es responsabilidad de la cabeza del departamento. Se hace mucho daño a los estudiantes asignándoles profesores con la mínima experiencia en los laboratorios. A propósito, se requieren mayores habilidades administrativas y docentes para manejar un laboratorio que para enseñar una clase teórica.

Algunos de los beneficios que los estudiantes pueden obtener, al experimentar en un laboratorio adecuadamente, son los siguientes:

- Adiciona significado al curso y le da sentido a la teoría enseñada.
- Desarrolla técnicas para el uso de equipos.
- Cultiva buenos hábitos de trabajo.
- Enseña la importancia de seguir procedimientos científicos y de investigación.
- Brinda experiencia en la evaluación experimental de datos.
- Provee experiencia en la escritura de reportes escritos.
- Despierta la curiosidad.

**Instalaciones del laboratorio.** El laboratorio ha de ser un lugar para llevar a cabo un buen trabajo. Debe tener una buena apariencia y mantenerse en buenas condiciones de aseo, orden y limpieza, y muy bien iluminado. Debe existir un lugar para cada cosa. El orden no sólo es necesario para la eficiencia sino que es un excelente ejemplo para los estudiantes. Las personas reaccionan de acuerdo con su ambiente. Es lógico esperar un trabajo sucio de un laboratorio su-

cio. Debe haber suficientes equipos para que los estudiantes puedan experimentar y estar convenientemente ubicados.

El uso científico de los colores en zonas y tuberías tiene muchas ventajas. Por ejemplo, el empleo predominante de un color puede tener efecto de descanso para los ojos; para indicar las partes de un mismo equipo; para indicar las partes móviles de una máquina contrastando las partes fijas; señalar la ubicación de la toma eléctrica puede ser otro uso. Este esquema del uso de colores se puede extender a ubicar cosas de menor importancia. Se deben seguir normas de higiene y seguridad industrial y mantener equipos de primeros auxilios a la mano. Todo deberá estar en orden y listo para utilizar en el momento de comenzar la clase, para evitar confusiones y pérdida de tiempo.

**Preparación del estudiante.** Aparte de tener preparado el laboratorio para los estudiantes, el profesor debe preparar a los estudiantes para ir al laboratorio. Probablemente la mayor debilidad en el trabajo de laboratorio es que los estudiantes no sepan lo que están haciendo, entonces es responsabilidad del profesor diseñar algunos medios para comprobar si los estudiantes entienden lo que están haciendo, por qué lo están haciendo y cómo lo están haciendo.

Hay muchos métodos para preparar el trabajo de los estudiantes en el laboratorio. Por ejemplo, se pueden relacionar los temas en la clase teórica o es posible discutirlos antes de comenzar el laboratorio; también es factible entregar copias escritas de las instrucciones y procedimientos que deberán seguirse, unos días antes de la práctica, o disponer de un conjunto de guías de laboratorio escritas, que sirvan para todo el curso y que se entreguen al comienzo de éste.

Algunas combinaciones de los métodos anteriores pueden dar buenos resultados. Si los estudiantes tienen la guía completa de las prácticas de laboratorio desde el comienzo del curso, ellos conocerán la magnitud y el alcance de su trabajo, sabrán exactamente cuál será su responsabilidad y cuándo tendrán que entregar sus reportes y a quién. Ellos tendrán además la oportunidad de leer las prácticas con anticipación.



Los estudiantes deben obligarse a leer las guías y los procedimientos de laboratorio con anterioridad a la práctica, de manera que puedan comenzar a trabajar inmediatamente. El profesor podrá comprobar la preparación de sus estudiantes haciendo preguntas y calificándolas durante un lapso corto. Se puede hacer un quiz escrito, pero es mejor uno oral para que el resto de la clase oiga las respuestas y las correcciones.

Si este método se utiliza, se sacarán buenos resultados en el desarrollo del curso. Es muy buena política que el estudiante pueda preguntar libremente lo que no ha entendido, antes de proceder a una operación o práctica, ya que así se pueden evitar accidentes.

Al iniciar se debe incluir una buena explicación y demostración del uso de los equipos con los cuales los estudiantes no están familiarizados. Algunas veces en los libros de texto se utilizan símbolos para indicar partes de máquinas, los cuales deben pintarse en las máquinas.

**Organización del trabajo de laboratorio.** Para organizar el trabajo de los estudiantes en el laboratorio es conveniente conformar grupos de dos o más, de acuerdo con la naturaleza del experimento. Los grupos no pueden ser ni muy pequeños, porque no alcanzan a realizar la práctica, ni muy grandes, porque algunos se pararán únicamente a mirar lo que los demás están haciendo.

Cada persona debe desempeñar una función durante la práctica y debe ser responsable por ella. Para lograr uniformidad en el entrenamiento, las funciones desempeñadas deben rotarse entre los estu-

diantes. Si la rotación no se fuerza, se formarán grupos de especialistas, esto es, uno será especialista en alistar el experimento, otro se especializará en leer las guías, otro en hacer los reportes o en cargar los elementos.

Algunas veces es importante que los estudiantes grafiquen los datos a medida que el experimento progresa. Una vez que el experimento concluye, es muy valioso dejar que los estudiantes comenten su propio desempeño en la práctica.

La mayor parte del trabajo en el laboratorio se desarrolla siguiendo un procedimiento o rutina que se entrega a los estudiantes para que lo realicen. Este método es una necesidad práctica en muchos casos, pero para estudiantes más maduros el experimento tipo proyecto tiene mayores ventajas. En este caso, un grupo de estudiantes selecciona un experimento junto con el profesor, se planea la forma de hacerlo, se escogen los equipos y ellos desarrollan el experimento, sacan sus conclusiones y las escriben.

El experimento tipo proyecto no es eficiente cuando se emplean procedimientos estandarizados, pero es muy importante que los estudiantes experimenten de manera similar a como experimentan los ingenieros en la vida real. Esta es la tercera etapa del aprendizaje, o sea, la de aplicación. Más adelante se profundizará en este tema.

Una de las grandes debilidades en el trabajo de laboratorio surge cuando hay muchos estudiantes y la mayoría de ellos no quedan familiarizados con las prácticas y el uso de los equipos. Algunas veces hay estudiantes que les tienen miedo a las máquinas; en otras, el profesor no los deja acercarse a ellas porque teme que puedan dañarlas. Como los estudiantes tienen que utilizar los equipos para aprender y ganar confianza en uso, el profesor debe dejarlos que los usen.



Si la explicación y la demostración sobre el uso de los equipos han sido buenas, los daños serán mínimos. Se deben incluir instrucciones de seguridad y se deben tomar todas las precauciones para evitar heridas en las personas y daños en las máquinas y equipos. Es importante también tener en cuenta las implicaciones legales que pueden tener los profesores por negligencia si alguno de sus estudiantes resulta herido.

**Deberes del profesor en el laboratorio.** Si se han cumplido todas las fases de preparación de las prácticas de laboratorio, la labor del profesor durante la práctica es supervisar que todos los procedimientos se desarrollen de acuerdo con lo planeado. El profesor debe moverse por todos los sitios de práctica y verificar si se están siguiendo los procedimientos y se está realizando la práctica de una manera apropiada. Sin embargo, el profesor no deberá interferir en la operación, a no ser que los estudiantes estén haciendo algo peligroso.

En caso de problemas, lo mejor es dejar que los estudiantes hagan la práctica con sus propios medios y darles más tiempo para terminar; esto les brinda la oportunidad de aprender a resolver dificultades por sus propios medios. En los sitios de trabajo pueden generarse discusiones por las diferencias de opinión entre los estudiantes, las cuales tienen un gran valor educativo; entonces lo mejor es dejarlos que discutan por un rato.

Como los laboratorios son espacios para desarrollar buenos hábitos de trabajo, el profesor debe arreglárselas para que los estudiantes permanezcan ocupados todo el tiempo. El profesor debe explicarles que están haciendo las prácticas de laboratorio como parte de su formación y que ellos son los responsables de los resultados que se obtengan. Para enseñar responsabilidad, el profesor debe ser responsable. Mientras se estén realizando las prácticas de laboratorio,

el profesor debe estar siempre disponible a brindar la ayuda que sus estudiantes necesiten.

**Reportes de laboratorio.** Los reportes escritos de laboratorios de ingeniería son una descripción del trabajo que se ha realizado y de los resultados obtenidos. Generalmente tienen información como la siguiente: tema del experimento, equipos utilizados, procedimientos y resultados. Dichos reportes forman parte de cualquier investigación científica y del trabajo profesional de muchos ingenieros, de manera que los estudiantes tendrán que hacerlos muy a menudo. El reporte escrito se ve como una técnica educativa importante que enseña a los estudiantes a organizar sus pensamientos y a presentarlos en una forma clara, coherente y concisa.

Se critica a veces que el tiempo que los estudiantes emplean en escribirlos es excesivo y en ocasiones sin sentido. Es muy difícil decir qué tan largo deberá ser un reporte, pero la cantidad de tiempo dedicada a él sí debe ser razonable en relación con el tiempo de dedicación al curso. El profesor debe estar seguro de que el estudiante se beneficia realmente del trabajo efectuado.

Haciendo caso omiso de los beneficios educativos que pueden generar los reportes, el profesor no debe exceder el tiempo de dedicación, ni tampoco debe permitírselo a sus estudiantes. Se trata de que sean concisos en los reportes y escriban únicamente lo importante, pero esta forma de actuar también conduce a que los estudiantes reduzcan el reporte al mínimo, lo llenen en forma mecánica y que no aprendan nada. La regla dice que es mejor tener informes largos y buenos que cortos y mediocres.

Algunos profesores hacen que sus estudiantes gasten horas redactando y escribiendo largos y detallados reportes. Este hecho quizás esté basado en la teoría de que lo escrito se recuerda mejor. A veces



esto es cierto, pero cuando el trabajo es voluminoso es muy probable que desarrollen más tedio que aprendizaje y que lo hagan mecánicamente; por tanto, este tipo de exigencias es condenable, teniendo como base que el retorno educacional es muy poco y el trabajo realizado es excesivo.

El trabajo de escribir reportes se puede reducir utilizando formatos, los cuales son muy útiles en computación porque ayudan a enseñar orden y procedimientos. Es esencial que los estudiantes tengan espacio para incluir sugerencias y que el formato incluya la bibliografía correspondiente al tema.

Como el objetivo de los reportes es enseñar a los estudiantes cómo presentar sus ideas en palabras, el profesor debe poner atención a la composición y al estilo más que a su contenido técnico. Algunos profesores no devuelven los reportes sino hasta el final del curso y otros no los devuelven completos, práctica que no brinda la oportunidad a los estudiantes de corregir sus errores y de poder aprender de ellos.

Si no es conveniente devolver los reportes, se debe dejar un espacio para comentarlos, con cada uno de los estudiantes, en horas de oficina. Esto les brindará la oportunidad de no volver a cometer los mismos errores.

**Calificando el trabajo de laboratorio.** Calificar el trabajo de un estudiante en el laboratorio es difícil en cuanto a poder reconocer la contribución individual al pensamiento y al esfuerzo del grupo en el sitio de trabajo. El reporte, desde luego, se califica por su presentación, precisión de los resultados, esmero en el seguimiento de los procedimientos, organización del material y claridad de la presentación. Es muy posible, sin embargo, que un estudiante entregue reportes muy buenos sin haber aprendido ninguno de los principios que se estaban experimentando.

El profesor debe diseñar métodos para calificar el trabajo individual con respecto al aprendizaje de los puntos importantes. Se puede programar un examen final de laboratorio, o hacer preguntas de las prácticas en el examen de la parte teórica, si el tiempo lo permite. Es conveniente hacer un examen o una prueba escrita sobre el funcionamiento de un equipo o de una experiencia para poder calificar el aprendizaje individual.

Hacer pruebas individuales sobre el manejo de los equipos, y la verificación de la adquisición de habilidades y destrezas, toma algún tiempo; con todo, esto es muy útil a la hora de calificar individualmente y de verificar si los estudiantes aprendieron a utilizarlos.

Para establecer la calificación final, el profesor deberá tener en cuenta la cantidad de trabajo realizada por el estudiante y el liderazgo ejercido por cada alumno para hacer bien el experimento. En algunos cursos, la calificación del laboratorio se basa en la precisión de los resultados y en la precisión en la ejecución de los problemas diseñados.

**VIAJES DE OBSERVACIÓN, VISITAS Y PRÁCTICAS DE CAMPO.** Los laboratorios de experimentación se conocen como métodos educativos de aprender haciendo. Este método es muy eficiente, pero no se puede hacer todo por limitaciones de tiempo y espacio.

Observar a alguien realizando una determinada operación, esto es, aprender mediante observación, es otra alternativa. Para esto es necesario dejar el aula de clase y viajar a donde se hacen las operaciones. Dichos viajes tienen como objetivo principal estimular el interés de los estudiantes mostrándoles aplicaciones prácticas de los principios fundamentales, y proporcionarles una visión previa de lo que se practica en la profesión de ingeniería. Las visitas de observación no sólo deben limitarse a las consideraciones eminentemente técnicas.



En las visitas se pueden observar, además, la forma de organización de los tipos de industria, cómo se obtienen los materiales, cómo se procesan, cómo se terminan y cómo cada departamento contribuye en estas operaciones. El profesor debe hacer énfasis en las responsabilidades de los ingenieros, mostrándoles cómo los productos terminados afectan el bienestar social y económico de las personas y su ambiente.

Las visitas de observación deben programarse y estar relacionadas con el material del curso, para que los estudiantes puedan entender y apreciar lo que van a ver en ellas. Los estudiantes deben estar familiarizados con los principios fundamentales del proceso y de las operaciones, para que puedan formular preguntas inteligentes y que todo el grupo se beneficie con las respuestas. Es responsabilidad del profesor juzgar si una visita contribuye a un mejor entendimiento de la materia.

La visita se debe planear a una hora conveniente para los trabajadores de la planta. Es necesario tener en cuenta que en ciertas épocas del año las empresas hacen conteo de inventarios, desensamblan los equipos para mantenimiento y rediseñan la distribución y otras actividades que pueden ser provechosas para el aprendizaje de los estudiantes.

A los gerentes de mantenimiento les gusta informar cuándo están los equipos desarmados y cuándo la visita puede ser más productiva. Las plantas industriales casi siempre están efectuando proyectos de construcción o de ampliación que, al visitarlas, ofrecen muchas oportunidades de aprendizaje que se deben aprovechar al máximo posible.

El profesor debe planear bien las visitas para asegurarse de que sus estudiantes tienen una concepción clara de los procesos que van

a observar. Si la visita no se planea como se debe, el viaje será un recorrido de admiración a través de la planta, que desde luego no tendrá mucho valor educativo. Lo primero que hay que aclarar es cuáles operaciones se deben observar con más cuidado, porque son las que tienen mayor relación con la asignatura.

Una vez establecido el objetivo, y fijadas la fecha y la hora de la visita, el profesor y la persona guía deberán afinar los detalles en forma conjunta, preferiblemente en la planta o mediante correspondencia. El profesor debe preguntar a sus estudiantes si tienen dudas sobre la operación de la planta. Unos días antes de efectuar la visita, el profesor debe entregar a cada estudiante una copia escrita del programa de visita: incluye el nombre y título del guía, un mapa de la ruta que se va a seguir en la planta y la aplicación de los principios fundamentales que se van a observar, con la respectiva localización en el mapa. Si la visita cubre temas específicos muy especializados, es mejor llevar sólo a los estudiantes realmente interesados en éstos.

El mejor bien producto de una visita es el aprendizaje permanente, que va a depender de las capacidades de observación y retención. Muchos miran pero no ven, esto es, no ven con la mente y en consecuencia la visita no adquiere significado para ellos. Aquellos que están mentalmente alerta podrán observar muchas cosas y preguntar inmediatamente sobre las cosas que no entienden.

Una toma detallada de apuntes o notas en el recorrido no tiene mucho sentido, porque los estudiantes deben ejercitar la memoria y recordar lo que han visto. Cuando se les permita, es bueno tomar fotografías de ciertas partes de la planta para la discusión posterior. Después que el guía ha explicado una fase de una operación, se debe brindar a los estudiantes la oportunidad de preguntar antes de continuar con el recorrido.



El profesor debe recomendar a sus estudiantes que hagan preguntas sin miedo, así muestren cierto grado de ignorancia. Esto no debe causar pena porque precisamente el objeto de la visita es conocer máquinas y procesos extraños. Hay que seguir las normas internas de la planta durante la visita, esto es, no permitir a sus estudiantes desviarse, jugar o no comportarse como es debido.

En el laboratorio se recomienda a los estudiantes utilizar los equipos, pero en las visitas a las plantas es todo lo contrario: ver pero no tocar. Deberán mantener las manos lejos de botones, ruedas, tornillos y demás instrumentos de esta naturaleza. Los estudiantes de ingeniería tendrán que trabajar con maquinaria, pero también deberán saber que no están únicamente para oprimir botones.

Al finalizar la visita, o en la clase siguiente, se recomienda hacer alguna clase de prueba para confirmar lo que los estudiantes han observado. Se pueden requerir reportes escritos, pero no se sabrá si los estudiantes los hicieron independientemente. Es preferible realizar una prueba supervisada en la que se confirme qué observaron los estudiantes en la planta, así como las aplicaciones de los principios de ingeniería que ellos vieron en el diseño de la planta, las máquinas y los equipos.

La visita no servirá de nada si no se aprecian los buenos diseños y las buenas prácticas de la ingeniería. En muchos casos, los aspectos negativos son tan instructivos como los positivos. Una vez evaluada la visita, se debe hacer una discusión general sobre el viaje, porque a cada persona la impresionan cosas diferentes de una situación dada.

**Asignación de tareas.** En la mayoría de los cursos de ingeniería se requiere que los estudiantes resuelvan problemas y que hagan tareas como parte de su trabajo normal dentro de la asignatura. Algunos profesores ponen demasiadas tareas, porque según ellos la

habilidad del alumno para dominar un tema depende directamente de la cantidad de tiempo que le dedique a su estudio. Esta práctica sólo tiene el efecto contrario; en lugar de dominar la asignatura, el estudiante la rechaza y comienza a odiarla.

Hay una alta probabilidad de que al estudiante no le guste la asignatura y que la pase sin saborearla. Si él emplea gran parte de su tiempo en resolver problemas mecánicamente y pierde la perspectiva de la asignatura, es mejor que dedique ese tiempo a estudiar la parte teórica del tema.

Como los estudiantes tienen un tiempo limitado para hacer sus tareas, ellos prefieren hacer las de los profesores más exigentes y estrictos, sin medir la importancia de dichas asignaturas dentro del currículo. Esto puede causar un serio desequilibrio entre las asignaturas, cuyo efecto se verá más adelante.

Sobrecargar de trabajo a los estudiantes es un mecanismo utilizado por algunos profesores para satisfacer su diabólico deseo de ser conocidos como un tipo duro y que da la impresión de ser todo un maestro en su materia. Mientras él no logre demostrar a sus estudiantes que efectivamente es un *duro,* no será reconocido ni como brillante ni como buen profesor.

A los estudiantes no se les engaña fácilmente. A menudo, la cantidad de trabajo que el estudiante deja para hacer en la casa no se corresponde con el trabajo que hace en clase, ni tiene la calidad de la enseñanza que proporciona. En el otro lado de la película está el profesor que no deja tareas, porque a él no le gusta calificarlas. Éste generalmente es un hablador que no brinda a sus estudiantes la oportunidad de pensar y tampoco los invita a hacerlo.



Cuando hay muy poco trabajo para hacer en el curso, los estudiantes sienten que la asignatura no es importante y empiezan a preguntarse por qué la incluyeron en el currículo. Sienten que están perdiendo el tiempo asistiendo a clase, ¡y tienen razón! Los estudiantes pasan el curso sin haber aprendido nada interesante y se pierden de aprender muchas cosas. Esta situación es especialmente crítica si el curso es prerrequisito de otros, como casi siempre sucede en las carreras de ingeniería.

Entre estos dos extremos –mucho trabajo y ausencia de trabajo– están los medios razonables y efectivos. Este es el objetivo que el profesor ha de tratar de lograr. Las tareas de las clases teóricas no pueden ser muy largas, son más bien repasos o vistas generales, o se puede no dejar tareas. El profesor debe tener mucho cuidado en el momento de seleccionar los problemas que se van a dejar de tarea, para asegurarse de que los estudiantes obtendrán el máximo beneficio de la cantidad de trabajo involucrado.

Unos pocos problemas bien escogidos que ilustren las aplicaciones de los principios básicos, son mejores que un gran número de problemas elegidos al azar.

Los estudiantes deben tener un buen grado de comprensión de las aplicaciones generales de los principios básicos, antes de mirar aplicaciones específicas. Se puede lograr una comprensión más general de los temas si se asignan diferentes problemas a varios grupos de estudiantes para que los resuelvan y luego los presenten ante sus compañeros en la clase siguiente; así se pueden conseguir variadas presentaciones que, complementadas con las explicaciones del profesor, pueden derivar en un buen aprendizaje. Este método tiene la ventaja de estimular la discusión dentro de los grupos que adquieren una mayor experiencia.

El profesor debe cambiar cada semestre los problemas para evitar que los estudiantes consigan copias de las soluciones y se pierda así el valor educativo de los problemas. Cuando se requiere una gran cantidad de trabajo con problemas para un entendimiento más profundo de los temas, es más recomendable la programación de un laboratorio de solución de problemas.

Estos laboratorios tienen las siguientes ventajas:

- Eliminan el demonio educativo que lleva a que los estudiantes copien entre ellos.
- Descartan el hecho de dejar para después la solución de los problemas, porque tendrán que hacerlos inmediatamente.
- Ayudan a que el estudiante no pierda tiempo en callejones sin salida, porque allí está el profesor para explicarle cuando lo necesite.
- Favorecen al profesor porque éste puede tener una buena apreciación del trabajo individual y de la habilidad mental de cada estudiante, dado que conoce su trabajo y puede compararlo con el de los demás.

En la educación en ingeniería los laboratorios de solución de problemas son una de las situaciones de aprendizaje más eficientes que pueden diseñarse y deben tomarse en cuenta en el momento de diseñar el currículo. Cuando un curso consiste en hablar mucho y hacer poco, los estudiantes terminan con voluminosas notas y escaso conocimiento.

## RESUMEN

### Principios básicos para la enseñanza

- Transmitir información vs. Construir entendimiento.
- Deducción vs. Inducción.



- Salón de clase tipo auditorio vs. Laboratorio.
- Enseñanza monótona vs. Actividades diversas de aprendizaje.
- Control del profesor vs. Influencia de los estudiantes.
- Resolución de ejercicios de libros vs. Solución de problemas complejos del mundo real.
- Currículo sobrecargado vs. Centrado en elementos fundamentales.

### Desarrollo de la clase

- Para el desarrollo de la asignatura se requiere seguir una secuencia de Motivar - Iniciar - Evaluar - Facilitar - Evaluar - Facilitar - etcétera.
- Para iniciar se hace una prueba o examen para conocer las motivaciones y expectativas de los estudiantes, así como el nivel de entendimiento de los prerrequisitos. Después se explica la relación del curso con el contexto, los objetivos de aprendizaje, el contenido del programa, la forma de evaluar y, finalmente, se activa al estudiante mediante pruebas y experimentos fáciles al comienzo.
- En el proceso de aprendizaje se pueden considerar tres lazos: experimentación, conceptualización y aplicación de conceptos y teorías.
- Para facilitar el aprendizaje de su estudiante, el profesor debe presentar las nuevas ideas de manera lógica, clara e impactante.
- El profesor debe tener en cuenta algunos detalles para hacer interesante el desarrollo de su clase, como los siguientes: apariencia personal, trato, amaneramientos al hablar, hábitos repetitivos, enseñanza adormecedora, forma de hablar, puntualidad, presentar cosas nuevas, despertar interés, etcétera.
- En el desarrollo de las clases es importante que el profesor recuerde que, al comenzar la clase, debe ligar el tema con el de la clase anterior, que no debe exceder el límite de 25 minutos para presentar las ideas nuevas, que debe hacer un resumen de lo visto en clase y evaluar lo aprendido.

### Actividades de aprendizaje de los estudiantes

- *Uso de laboratorios.* El profesor debe planear, desarrollar y evaluar todas las actividades de los estudiantes en el laboratorio.
- *Visitas de observación y prácticas de campo.* El profesor debe planear, desarrollar y evaluar todas las actividades de los estudiantes en las visitas a empresas y en las prácticas de campo.
- *Asignación de tareas.* Esta es otra de las herramientas de las que dispone el profesor para incrementar el aprendizaje de sus estudiantes, que debe utilizar con prudencia.

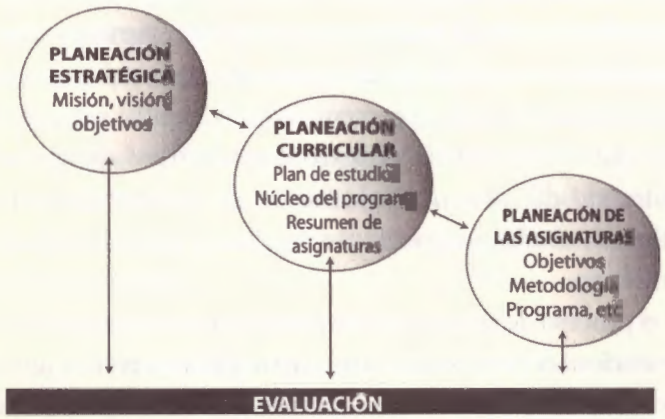


**Figura 9.** Descomposición de la planeación de lo general a lo particular.

***"Profesor de ingeniería: su método es el mejor, pero debe perfeccionarlo cada día. Una clase activa, en la que se inducen los conceptos, las leyes y principios, hará que sus estudiantes aprendan y que no olviden fácilmente".***

# 7
# Evaluación

*"La evaluación tiene que pertenecer al entorno natural de aprendizaje. Al principio, la evaluación probablemente deba introducirse de manera explícita, pero con el tiempo, gran parte de ella debe hacerse en forma natural por el profesor y el estudiante, sin necesidad de que uno u otro la reconozca o etiquete explícitamente".*

**Howard Gardner**[17]

Cuando se ha hecho un proceso riguroso de planeación, la evaluación se orienta directamente a verificar si se cumplieron los objetivos planteados.

## EVALUACIÓN DE LOS OBJETIVOS

En las carreras de ingeniería hay dos clases de objetivos:

1. *Objetivos de la carrera,* relacionados con el producto final de un programa de ingeniería, que es un ingeniero graduado con conocimientos y competencias actualizadas para unos tres años,

17. Howard Gardner (1995). *Inteligencias múltiples. La teoría en la práctica*, Barcelona: Paidós.

porque los cambios en ciencia y tecnología son tan rápidos, que la actualización se ha vuelto permanente. Es necesario recordar que estos objetivos deben ser coherentes con los de la facultad y la universidad.

2. *Objetivos de la asignatura*, referentes a lo que el estudiante deberá saber al final del curso; son los conocimientos mínimos que el estudiante debe tener para poder continuar en la carrera. Estos objetivos, a su vez, deben ser coherentes con los de la carrera y la universidad. La habilidad del profesor se demuestra cuando logra desplegar los objetivos institucionales en su asignatura y convierte en realidad los pensamientos contenidos en la misión, en la visión y en los objetivos institucionales.

En el proceso de evaluación es necesario medir si los objetivos –tanto de la carrera como de la asignatura– se cumplieron, y en qué cantidad; igualmente, hay que *decidir y tomar acción* sobre si éstos deben continuar tal como están o si es necesario modificarlos.

Una manera de facilitar la evaluación de estas dos clases de objetivos es presentarlos como *resultados esperados al final del curso*, hacer un listado de éstos y proponer, desde el momento de planear la asignatura, la forma de medirlos.

**Figura 10.** PROCESO DE EVALUACIÓN COMO MEDICIÓN Y TOMA DE DECISIONES.

En el momento de planear las pruebas o exámenes de la asignatura, el profesor puede asignar la medición de los Resultados Esperados al final del Curso en cada una de las pruebas que pretende realizar.

| | QUIZZES | TAREAS | CASOS | LABORATORIOS | EXÁMENES |
|---|---|---|---|---|---|
| Resultados del curso medidos | RC1, RC2..., RC25 | RC1, RC4, RC8... | RC2, RC5, RC7... | RC3, RC9, RC11... | RC5, RC10, RC15, RC20, RC25 |

**Figura 11.** FORMA DE EVALUAR LOS RESULTADOS ESPERADOS AL FINAL DEL CURSO.

Cuando los profesores son mucho más exhaustivos en su proceso de planeación, pueden incluso planear la forma de medir los resultados esperados al final del curso en cada una de las clases, en el momento de prepararlas.

En estos casos también es importante fijar objetivos cuantificables para alcanzar en la clase, y durante el desarrollo, o al final, evaluar los objetivos de ésta.

## EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LOS ESTUDIANTES

El aprendizaje se debe evaluar. Al comienzo ha de ser una evaluación formativa, sin notas, del tipo pasa o no pasa, que al final contribuirán a la evaluación total del estudiante.

En el capítulo 4 se mencionaron diversas formas de aprendizaje, como *conocimientos, conceptos y habilidades*, que el estudiante debe adquirir durante el desarrollo de la asignatura. Un trabajo adicional para el profesor aparece cuando toma conciencia de que la evaluación de cada uno de estos modos de aprendizaje se tiene que evaluar de manera diferente.

Los *conocimientos*, como son información que el estudiante debe tener grabada en la memoria, se pueden evaluar en quizzes o exámenes en los que el estudiante no pueda consultar las fuentes, porque él debe tener los *conocimientos* almacenados, y en el momento en que se le solicita, debe poder expresarlos.

Los *conceptos teóricos* o el aprendizaje profundo, además de *conocimientos* requieren procesos de pensamiento, de entendimiento, de reflexión, de crítica. Evaluar *conceptos*, como se mencionó antes, consiste en presentar al estudiante situaciones problema con diversas alternativas de solución, que el estudiante debe analizar, comprender y resolver, mediante el uso de sus conceptos teóricos. Los proyectos, la elaboración de prototipos, la solución de casos, las actuaciones de los estudiantes en los laboratorios, la escritura de ensayos, son formas de evaluar conceptos.



Las *habilidades, destrezas o capacidades* para desempeñar oficios, manejar equipos y máquinas, utilizar *software* especializado, realizar diseños o dibujos, etc., se desarrollan en el estudiante mediante la experiencia y la práctica en el uso o en el desempeño de acciones. En el momento de evaluarlas, el estudiante tiene que demostrar que las posee. Por ejemplo, el estudiante puede tornear una pieza de acero, o puede hacer un plano a mano o con la ayuda de paquetes especializados de *software*. Estas son pruebas de actuación, donde el estudiante actúa y el profesor verifica si posee o no las *habilidades*.

La retroalimentación entre el profesor y el estudiante debe ser continua. A lo largo del proceso de enseñanza- aprendizaje es necesario informar al estudiante sobre su progreso en el aprendizaje y, de la misma manera, el profesor debe recibir información de sus estudiantes sobre la efectividad de sus métodos, sobre las dificultades con algunos temas específicos, para que él pueda diseñar nuevas formas o métodos de aprendizaje.

La evaluación formativa continua hace que los estudiantes vean su aprendizaje como un proceso de mejora continua en el que están comprometidos ellos y su profesor. Esto los ayudará a mejorar sus procesos de pensamiento. Se puede hacer mediante quizzes o dejando que los estudiantes hagan presentaciones en debates.

El papel de la evaluación debe ir más allá del control. Se han de tener en cuenta algunos requisitos educacionales y prácticos:

- Evaluar los objetivos de aprendizaje (objetivos esperados del curso).
- Motivar al estudiante en estrategias de estudio que lo conduzcan al aprendizaje profundo (conceptos).
- Proporcionar al estudiante retroalimentación de su desempeño.
- Utilizar objetivos y métodos claros para los estudiantes.
- Ser eficiente en el uso de los recursos: minimizar el tiempo del profesor y no tener que utilizar recursos adicionales a los planeados.
- Ligar la evaluación al aprendizaje.
- Evaluar a los estudiantes y hacerles comentarios de cómo pueden mejorar.
- Aprender de los errores de sus estudiantes. Utilizar la evaluación para descubrir qué temas se entendieron mal y modificar los métodos usados.
- Utilizar las pruebas de selección múltiple con cautela. Combinarlas con otras.
- Centrarse en la validez antes que en la confiabilidad.
- Hacer todo lo necesario para disminuir la ansiedad que producen los procesos de evaluación.

Pero además de lo anterior, la evaluación tiene algunos requisitos formales que el profesor debe conocer perfectamente:

- *Validez.* Los estudiantes se sienten evaluados de manera justa y se tienen en cuenta sus reclamos.
- *Objetividad.* Se tienen en cuenta los factores relevantes, así no les guste al profesor o al estudiante.
- *Confiabilidad.* Las pruebas son precisas y reproducibles, y no dependen del gusto del profesor.
- *Diferenciabilidad.* Las pruebas tienen la posibilidad de calificarse o valorarse.
- *Legalidad.* Se puede controlar y comprobar su equidad mediante documentos.



El propósito del examen final será comprobar si los elementos centrales del currículo se han comprendido y si los métodos utilizados en el proceso de aprendizaje han sido los correctos o si se requiere modificarlos.

Desde los tempranos días de la primaria, los estudiantes ven las pruebas y exámenes como cosas diabólicas. Ellos se asustan con el solo hecho de que el profesor les pueda preguntar cosas que no puedan responder. Los estudiantes se sienten en los exámenes como si fuesen obligados a realizar una penosa prueba al frente de sus compañeros, con el objetivo de hacerlos quedar mal enfrente de todos. Las bajas calificaciones causan pena y angustia mental a los estudiantes.

A pesar de que los profesores han sido los creadores y propagadores de los exámenes, a muchos de ellos no les gusta realizarlos. Hacer exámenes no es fácil y toma tiempo. Diseñar buenas pruebas es complicado y a veces toma más tiempo elaborarlas que calificarlas.

En ocasiones, la atención se concentra en la venganza, mediante los exámenes, y se pasa por alto su invaluable contribución a la educación. Si los estudiantes y el profesor dejan de usar los exámenes como competencias descalificadoras, se puede causar mucho bien.

En general, los profesores utilizan los exámenes para medir el aprendizaje y para poner las calificaciones. Mirando las cosas desde el lado negativo, los exámenes sólo sirven para detectar que el estudiante ha fallado en su aprendizaje, gracias a una enseñanza poco efectiva. La pertinencia de este punto justifica un poco de pensamiento.

Cuando un gran número de estudiantes pierden el curso, es hora de que el profesor comience a cuestionar sus métodos de enseñanza. Un estudio de los exámenes, si están bien elaborados, puede ayudar

a detectar las fallas en el aprendizaje de los alumnos y a mejorar los métodos de enseñanza.

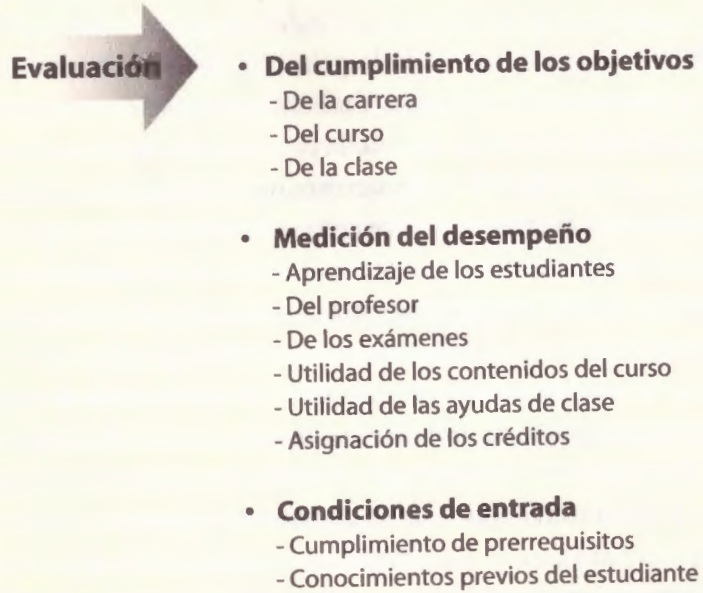


**Figura 12.** Etapas del proceso de aprendizaje. Evaluación.

## Valor de los exámenes para los estudiantes

- Los exámenes, cuando están bien elaborados, sirven para mostrarle al estudiante cómo está progresando en el curso. Él puede comparar su trabajo con el de otros estudiantes y con su propio trabajo.
- Los exámenes identifican las partes en las que el estudiante no está haciendo suficientemente bien las cosas. Sin los exámenes, los estudiantes no conocerán sus debilidades.



- Los exámenes hacen que el estudiante tenga que revisar su trabajo, lo que lo ayudará a organizar y a retener el conocimiento. Los exámenes finales son de mucho valor para establecer relaciones, porque ellos suministran al estudiante una visión total de la materia.
- Los exámenes brindan al estudiante oportunidad de practicar en la aplicación de los principios fundamentales, a variadas situaciones de solución de problemas.
- Los exámenes, cuando están bien diseñados, ayudan al estudiante a distinguir entre lo relevante y lo irrelevante. A menudo, los estudiantes emplean mucho tiempo en detalles menores y pasan por alto las cosas más importantes.
- Los exámenes ofrecen al estudiante una mejor concepción de los objetivos del curso.
- Los exámenes estimulan a los estudiantes que se han rezagado a hacer un mayor esfuerzo para aprender.
- Los exámenes, cuando se preparan de acuerdo con los formatos tipo Ecaes, sirven a los estudiantes para adquirir práctica en este tipo de cuestionarios.

## Valor de los exámenes para el profesor

- Las calificaciones de los exámenes le muestran al profesor si la presentación de la asignatura ha sido lo suficientemente efectiva o no en el logro de los objetivos del curso.
- Las calificaciones de los exámenes habilitan al profesor para comparar los métodos de enseñanza.
- Las calificaciones de los exámenes muestran al profesor los puntos que él no explicó bien, permitiéndole regresar y aclararlos.
- Las calificaciones de los exámenes capacitan al profesor para brindar mayor atención y guía a los estudiantes que tienen dificultades con la materia.

- Las calificaciones de los exámenes se pueden utilizar como medidas de logro y para ver si los estudiantes han aprendido lo suficiente en la materia de acuerdo con los estándares de la universidad.

El máximo valor de los exámenes no se puede lograr si éstos no están bien elaborados y si la forma de calificarlos no está bien diseñada. Infortunadamente, todavía no se ha diseñado un método satisfactorio y confiable para medir los logros educativos. Hay tantas variables en consideración que es casi imposible colocar a los estudiantes en una base comparable, en la cual las calificaciones reflejen exactamente sus conocimientos y capacidades.

Algunos de los factores que pueden afectar los resultados son los siguientes:

1. Las condiciones físicas y mentales del estudiante en el momento de presentar el examen.
2. Las condiciones físicas y mentales del profesor en el momento en que elaboró el examen y en el momento en que lo calificó.
3. Las diferencias psicológicas de los estudiantes al momento de presentar pruebas.
4. Los elementos de suerte y azar que ayudan a unos y perjudican a otros.
5. Las diferentes formas de calificar cuando hay varios profesores.

Obviamente, hay muchos más factores involucrados, pero éstos son suficientes para ilustrar la complejidad del problema.

**Formas de realizar pruebas.** El hecho de no haber alcanzado la perfección en la medición de los logros educativos no impide la posibilidad de hacer mejoras. Si reconocemos el valor educativo de los exámenes, entonces debemos reconocer la importancia de los métodos de pruebas para estudiarlos y pensar en ellos. Examinemos algunos métodos de hacer pruebas que generalmente se emplean.



**Pruebas orales.** Los quizzes orales se utilizan frecuentemente en el aula pero pueden usarse más como una técnica efectiva de enseñanza, más que como una forma de calificar. Algunas veces, los estudiantes obtienen malas notas en los exámenes escritos porque no dominan el lenguaje en su forma escrita o por debilidades psicológicas en el momento de presentar la prueba. En estos casos es mejor hacerles un examen oral general individual a los estudiantes con la presencia de un profesor o de varios. Este método se utiliza más en cursos avanzados.

**Ensayos como pruebas.** El ensayo como examen requiere que el estudiante describa, discuta, explique, dé razones, relate, compare o critique. Estas pruebas tienen un alto valor educativo porque ayudan al estudiante a organizar sus pensamientos y expresarlos en palabras. El alcance del material que puede cubrirse en el ensayo, sin embargo, es limitado, por la cantidad de tiempo que se gasta en escribir. Es importante que cada pregunta sea específica, clara y que esté relacionada con el tema principal.

Los ensayos son difíciles de calificar porque requieren bastante tiempo y experiencia por parte del profesor para su juzgamiento. Algunos estudiantes tratan de alardear por la forma como sustituyen cantidad por calidad. El estudiante que tiene poca habilidad en expresión verbal puede resultar penalizado, a pesar de que sepa la materia. La confiabilidad del ensayo en el momento de calificar es baja porque no se puede establecer el mérito del autor.

El profesor puede lograr gran uniformidad al calificar, haciendo una lista de los elementos que conforman una respuesta acepta-

ble, para poder compararlos con las respuestas dadas por los estudiantes.

**PROBLEMAS COMO PRUEBAS.** Los exámenes con problemas son utilizados para medir la habilidad del estudiante con el fin de aplicar los principios fundamentales y poder resolver situaciones problemáticas variadas. El planteamiento del problema debe redactarse cuidadosamente para evitar ambigüedades y omisiones de la información esencial.

No se deben duplicar los problemas que se han hecho con los estudiantes previamente, ni tampoco realizar preguntas con trampas para los estudiantes. Esto no excluye planteamientos ingeniosos que obliguen al estudiante a pensar. En general, los problemas deben examinar el conocimiento de los principios y sus aplicaciones, pero con una cantidad mínima de trabajo con el lápiz. Nada se gana introduciendo excesivo trabajo en una prueba.

Al calificar los problemas, a cada problema se le debe dar un valor de acuerdo con su importancia. A cualquier error matemático que se cometa en la solución de un problema de ingeniería se le debe dar el mismo valor, sin importar el lugar donde se cometa. Algunos profesores califican el problema como malo a partir del momento en que encuentran un error para no tomarse el trabajo de leer el resto de la solución propuesta.

Como los estudiantes están trabajando bajo presión en los exámenes, la posibilidad de cometer pequeños errores matemáticos es muy alta, de manera que la actitud de algunos profesores de rebajarles las calificaciones por los errores es cuestionable; sin embargo, si los estudiantes tienen tiempo de revisar los cálculos, ellos deben alcanzar los límites de precisión requeridos, en forma tal que se acostumbren a producir buenos resultados.



**PRUEBAS DE ACTUACIÓN.** En este tipo de pruebas los estudiantes deben resolver problemas de manera independiente en el laboratorio, seleccionando los equipos adecuados y utilizando los métodos correctos. El profesor observa el desempeño del estudiante y califica los resultados.

Este tipo de pruebas requiere gran cantidad de tiempo para calificar y es difícil ser completamente preciso en la forma de valorar, pero las pruebas de actuación en el laboratorio son muy valiosas porque los estudiantes hacen un gran esfuerzo para aprender a utilizar los equipos si ellos saben que los evaluarán individualmente al final del curso.

**PRUEBAS OBJETIVAS O DE VERDADERO - FALSO.** Estas pruebas son llamadas objetivas porque en ellas no interviene el juicio subjetivo del profesor en el momento de calificar. Las respuestas son verdaderas o falsas y la calificación se da por el número de respuestas correctas.

Estas pruebas tienen varias ventajas en particular:

1. Las pruebas de verdadero - falso tienen un planteamiento único y los estudiantes deben marcar en el cuadro correspondiente a verdadero o a falso. El número de planteamientos verdaderos puede ser igual al de los falsos. La adivinación se puede penalizar restando el número de preguntas erróneas de las correctas.

2. Las pruebas de escogencia múltiple tienen un planteamiento incompleto que debe llenarse con una de varias opciones de respuesta, entre las que hay una correcta. Generalmente las alternativas de respuesta, son más de cuatro. El estudiante debe marcar la correcta.

3. Las pruebas de completar son planteamientos en los cuales se han borrado palabras o frases que le dan significado al planteamiento. Los estudiantes deben completar la palabra o frase que se ha borrado.

4. Las pruebas de apareamiento o de hacer parejas tienen dos columnas de palabras, frases o símbolos que se corresponden. Generalmente la segunda columna tiene más respuestas posibles que la primera. El estudiante debe relacionar un miembro de la primera columna con su correspondiente en la segunda.

Las pruebas objetivas no se han usado extensivamente en educación en ingeniería. Éstas tienen valor si se emplean como complemento de otros tipos de pruebas y con el propósito de ampliar la variedad en la forma de preguntar. Estas pruebas se pueden responder y calificar en poco tiempo. Vale la pena recordar que las pruebas objetivas no deben utilizarse si el profesor no está entrenado para hacerlo.

**Planeando las pruebas.** El profesor podrá estudiar las ventajas y desventajas de los métodos de prueba y seleccionar el método o combinación de métodos que ofrezcan los mejores resultados para un curso en particular. Hay que asignar el tiempo necesario y la importancia a la planeación de las pruebas, al igual que se hace con las demás fases de la enseñanza.

A pesar de que el método perfecto de elaborar exámenes o pruebas no se ha encontrado, una manera inteligente de utilizar los métodos disponibles podría incrementar su confiabilidad y aumentar su valor educativo. En el uso de las pruebas hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:



- **Tiempo de la prueba.** El tiempo que se asigne a la prueba se debe relacionar de una manera o de otra con el tipo de materia que se pretende examinar. Es razonable pensar en utilizar el 10% de las clases teóricas para evaluar. Si el tiempo asignado es muy corto, ni los estudiantes ni los profesores conocerán el progreso que se ha logrado. Si el tiempo es muy largo, se pierde la oportunidad de enseñarles algo más. El profesor deberá encontrar el balance del tiempo para la materia en particular.

- **Frecuencia de las pruebas.** Hay profesores que hacen un solo examen final, mientras que en el otro extremo hay otros que hacen un quiz en cada sesión de clase. Aquí, una vez más, se necesita que el profesor utilice su buen juicio para obtener los mejores resultados. En general, es mejor tener bastantes pruebas cortas, que unas pocas y largas.

  En un curso que requiera una gran cantidad de lectura es sano suponer que los estudiantes no leerán si no los examinan a intervalos frecuentes. Sin las pruebas, los alumnos dejarán todo para última hora y estudiarán en el último minuto para tratar de pasar la materia. El profesor debe hacer suficientes pruebas, las veces que él crea necesarias, para poder medir el progreso de sus estudiantes.

- **Longitud de las pruebas.** A un estudiante se le debe dar el triple del tiempo que un profesor, diferente del que diseña la prueba, emplee para resolverla. A pesar de que el estudiante pueda tener un conocimiento profundo de los principios fundamentales involucrados, cada problema en un examen presenta situaciones nuevas que requieren tiempo para pensar.

  Algunas veces los estudiantes abandonan tan pronto les entregan el examen. Se dan cuenta de que el examen es muy largo, y

en un intento por finalizarlo a tiempo, se ponen nerviosos y pierden el examen. Por medio de observación y preguntando a otros profesores y a los estudiantes, el profesor deberá aprender a diseñar las pruebas de longitud razonable.

- **Pruebas representativas.** El material que se incluye en la prueba debe ser representativo de lo que se ve en el curso. Por regla, los estudiantes no protestarán si unas pocas preguntas que no conozcan se incluyen en el examen; sin embargo, se presentan reclamos violentos cuando hay mucho material desconocido y muy pocas cosas de las que se estudiaron en clase. En ocasiones hay una situación similar cuando se hace una prueba para todas las secciones de un departamento que tienen diferentes profesores.

  Algunas veces los profesores siguen sus propias ideas de qué se debe enseñar y en qué se debe hacer hincapié. Es responsabilidad del jefe de departamento verificar si el contenido programado se ha cumplido, sobre qué puntos se ha hecho énfasis y si los profesores han seguido el programa de la asignatura. No hay excusa válida para que a los estudiantes no se les brinden oportunidades iguales de aprender en los exámenes.

- **Prontitud en la entrega.** Es de gran importancia calificar y devolver prontamente los exámenes a los estudiantes. En la siguiente clase, si es posible. El símbolo de la extrema pobreza en la enseñanza es esperar varias semanas, o a veces hasta el final del curso, para conocer las calificaciones de los exámenes. Dicha práctica destruye en gran parte el valor de las pruebas y acaba con el interés por la clase. No hay razón para que los estudiantes sigan atentos y entusiasmados en su trabajo cuando el profesor es ejemplo de negligencia y desinterés.



Cuanto se ha dicho aquí, de lo que los exámenes significan, es únicamente un vistazo a grandes rasgos tanto de las fases de la enseñanza más importantes como de las más descuidadas. En general, los profesores piensan muy poco de una manera inteligente y científica en la forma de medir los logros educativos, y mucho menos en cómo dichas mediciones pueden utilizarse para mejorar la enseñanza y el aprendizaje.

Sin embargo, no es suficiente con que el profesor conozca el uso y el valor de los exámenes; es necesario enseñárselos a los estudiantes para que ellos entiendan el valor formativo de las pruebas y para que reaccionen en concordancia para su propio beneficio.

Cuando hay un buen entendimiento entre profesores y estudiantes sobre el valor educativo de los exámenes, hay menos antagonismo y mayor cooperación en lo que serán los objetivos de las mediciones, y en que la meta a largo plazo es el aprendizaje del estudiante.

## EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LOS PROFESORES

Esta evaluación tiene diversas fuentes[18]. La fuente primaria deben ser los propios estudiantes, quienes pueden evaluar el cumplimiento y el desempeño del profesor durante las clases, sus formas de evaluación, el trato que les da, el fomento a la formación de habilidades y capacidades, el estímulo al entendimiento y a la comprensión, el impulso de los valores y de las cualidades personales, la orientación hacia la investigación, la innovación y la interdisciplinariedad, e incluso el fomento de los valores ciudadanos.

18. Escuela Colombiana de Ingeniería (2003). *Guía para la autoevaluación de los profesores de planta*. Documento en cuya redacción estuvieron involucrados los autores.

A continuación se presentan algunos criterios para elaborar los instrumentos de evaluación de los profesores por parte de sus estudiantes:

**Cumplimiento.** El profesor debe asistir a todas las clases, empezar y terminar a tiempo, dar a conocer el programa de la asignatura, las hojas de instrucción y demás información pertinente, evaluar los objetivos de la asignatura periódicamente y cambiarlos si es necesario, y cubrir los temas esenciales de la asignatura.

**Desempeño en clase.** El profesor debe inculcar en el estudiante el deseo de aprender, sus explicaciones deben constituir una guía en el proceso de aprendizaje, contribuir con el relato y con el ejemplo de sus propias experiencias a la formación integral del estudiante, utilizar ayudas para el aprendizaje, de manera que este sea activo, y estar actualizado en los temas que cubren su asignatura.

**Forma de evaluar.** El profesor debe establecer claramente los objetivos y criterios de evaluación de la asignatura y del aprendizaje del estudiante, publicarlos y darlos a conocer desde el comienzo. La evaluación debe ser un proceso continuo, con retroalimentación inmediata y con corrección oportuna de los errores. Con base en las pruebas y en el conocimiento del desempeño de los estudiantes, el profesor debe calificar o emitir una nota justa; así mismo, debe certificar las capacidades de sus estudiantes cuando se lo requieran.

**Trato a los estudiantes.** El profesor ha de mantener un trato cortés y respetuoso con los alumnos, escuchar con atención sus preguntas, comentarios y sugerencias, responderles oportunamente, reconocer a los estudiantes como personas en proceso de formación, mantener orden, disciplina y aseo, fomentar el respeto y el trato cordial entre los estudiantes.



**Fomento a la formación de habilidades y capacidades.** El profesor debe motivar a los estudiantes para que lean, escriban y comprendan textos simbólicos y gráficos, estimularlos en el uso de tecnologías informáticas, fomentar el desarrollo de habilidades de comunicación orales y escritas en varias lenguas y ante grupos, motivar a los estudiantes para que escriban y para que apliquen el rigor científico en sus presentaciones y escritos.

**Fomento del entendimiento y comprensión.** El profesor tiene que procurar que los estudiantes razonen, entiendan y puedan aplicar lo aprendido en nuevas situaciones, entregar tareas y proyectos que desarrollen el análisis, la comprensión y la síntesis, así como también que los estudiantes tengan como reto pensar más, investigar y escribir sobre los temas de la asignatura, enseñar a los estudiantes a planear, proyectar y allegar puntos de vista diferentes para la solución de problemas.

**Fomento de cualidades personales y valores.** El profesor debe promover el respeto por la dignidad humana y la pluralidad en cada una de sus actuaciones, hacer que la ética, la honradez, la transparencia y la responsabilidad sean principios guías de las actividades docentes, estimular la solidaridad, el compromiso con la patria, el sentido de lo público, dar ejemplo de disciplina y cumplimiento en el trabajo y en la búsqueda permanente de la excelencia, colaborar y trabajar en equipo y liderar los grupos de los que forme parte.

**Orientación hacia la investigación.** El profesor debe fomentar la búsqueda constante del saber y la aplicación del conocimiento y la capacidad para diseñar, innovar, crear modelos, prototipos, proyectos de investigación, desarrollo e innovación en los estudiantes.

**ORIENTACIÓN HACIA LA INTERDISCIPLINARIEDAD.** El profesor debe trabajar con otros colegas y con estudiantes de otras carreras en proyectos interdisciplinarios que brinden oportunidad a sus alumnos de conocer otras disciplinas y otros métodos de trabajo en la forma de abordar la solución a los problemas.

Otra fuente en la evaluación del desempeño del profesor puede ser la autoevaluación, que tendrá como sus actividades de planeación el desarrollo de éstas y el cumplimiento de los objetivos tanto de la carrera como de las asignaturas. Para que la autoevaluación pueda ser significativa, en la institución tendrá que reinar un ambiente de comprensión por este tipo de procesos.

Una tercera fuente puede ser el jefe del departamento, sección o facultad, con quien el profesor debe concertar un plan de trabajo para el semestre o el año, con metas claras y cuantificables, sobre cuyo cumplimiento se basará la evaluación del directivo.

El desempeño del profesor, como miembro de un equipo docente y formador de personas, también lo pueden evaluar sus propios compañeros de grupo, cuando se han establecido con anterioridad metas para el equipo que se deberán cumplir en el tiempo y que podrán cuantificarse de alguna manera.

## RESUMEN

### EVALUACIÓN DE LOS OBJETIVOS

- En ingeniería se plantean tres tipos de objetivos: de la *carrera*, relacionados con el perfil del egresado; de la *asignatura*, referentes a lo que el estudiante deberá saber al final del curso, y de la *clase*, relacionados con lo que el estudiante debe aprender en la clase.
- Una manera de facilitar la evaluación de los objetivos de la carrera y de la asignatura es presentarlos como resultados esperados al final del curso, que puedan ser medibles.



### EVALUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES

- El profesor ha de concientizarse de que los conocimientos, los conceptos y las habilidades se deben evaluar de manera diferente.
- La retroalimentación entre el profesor y el estudiante debe ser continua.
- La evaluación formativa continua hace que los estudiantes vean su aprendizaje como un proceso de mejora continua en el que están comprometidos ellos y su profesor.
- El papel de la evaluación debe ir más allá del control.
- Las características de la evaluación son validez, objetividad, confiabilidad, diferenciabilidad y legalidad.
- Las pruebas pueden ser cortas (quizzes), orales, ensayos, problemas, de actuación y de verdadero falso.
- Entre los aspectos que es necesario tener en cuenta en la elaboración de las pruebas están tiempo, frecuencia, longitud, representatividad del material cubierto y prontitud en la entrega.

### EVALUACIÓN DE LOS PROFESORES

- Las principales fuentes de evaluación de los profesores son los estudiantes, los directivos, los compañeros de trabajo y la auto evaluación.
- Entre los factores que hay que considerar para evaluar la docencia de un profesor están: cumplimiento, desempeño en clase, for-

ma de evaluar, trato a los estudiantes, fomento a la formación de habilidades y capacidades, impulso al entendimiento y comprensión, fomento de cualidades personales y valores, orientación a la investigación e interdisciplinariedad.

***"Profesor de ingeniería: maximizar el número de oportunidades de evaluación de sus estudiantes redundará en la validez, la objetividad, la confiabilidad y la legalidad de sus calificaciones".***

# 8

# Los proyectos, un método de aprendizaje activo

*"El proyecto debe constituir la idea definitiva de algo que está en condiciones de realizarse, sin tropiezos o riesgos exagerados. Ideas preliminares no constituyen un proyecto, aunque son un punto de partida. Los estudios hechos y presentados en un proyecto necesitan evidenciar que son tangibles, factibles, realizables, y contienen un por qué y un cómo se puede adelantar el proyecto".*

**Antonio Michaeler T.**[19]

El aprendizaje por proyectos enfoca las actividades en un problema que hay que solucionar o en una tarea que se debe realizar. "En ingeniería, el interés se centra en construir soluciones efectivas y eficientes a problemas prácticos y tangibles que afectan la humanidad. Un problema práctico es aquel que se puede medir y

19. Antonio Micheler Trampedeler (1973). *Manual de proyectos específicos*. Bogotá: Ediciones Unincca.

cuya solución, se espera, sea algo útil o de provecho inmediato e implica el uso racional de recursos"[20].

Los proyectos siempre tienen un propósito o un objetivo, que puede ser la satisfacción de necesidades, la solución de problemas, la mejora de bienes o sistemas existentes, la transformación de situaciones, la producción de cambios, partiendo de una base científico-técnica, disponible en el momento.

## CARACTERÍSTICAS DE LOS PROYECTOS

Los proyectos como método de aprendizaje, además de los objetivos y su orientación a la solución de problemas prácticos, tienen en común los siguientes elementos específicos:

- Están centrados en el estudiante, y son planeados, organizados, realizados, evaluados y dirigidos por ellos.
- Están claramente definidos, tienen una serie de actividades con especificaciones metodológicas, de tiempo, de lugar y de recursos. Tienen un inicio, un desarrollo y un final.
- Tienen un contenido que persigue el desarrollo de las competencias de los estudiantes.
- Se realizan en el entorno normal del estudiante y allí se pueden verificar.
- Se basan en los conocimientos, conceptos y habilidades que los estudiantes poseen y que deberán aplicarse en la solución de problemas del mundo real.
- Fomentan en el estudiante habilidades de recopilación y análisis de información y de investigación de primera mano.

20. Rafael Barros y otros (2009). Grace: una metodología para proyectos de ingeniería. Cartagena: XXIV Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería, Acofi.



- Son sensibles a la cultura local y la comunidad puede contribuir con su apoyo.

En el proceso de obtener buenas soluciones —y en lo posible óptimas—, los proyectos tienen un proceso de planeación, de definición de etapas en el tiempo, y éstas a su vez se dividen en actividades, con duraciones estimadas y con especificaciones claras de logro. Siempre se trabaja con recursos limitados y con especificaciones de tiempo, costos, calidad y resultados esperados.

Los proyectos deben superar la etapa de las ideas y constituirse en realizaciones, de manera que siempre tienen una fase de ejecución. Esta es la fase de la transformación de ideas en bienes, servicios, sistemas, prototipos, etc., es la fase de la acción y de la aplicación de las ideas en la práctica.

## PAPEL DE LOS ESTUDIANTES EN LOS PROYECTOS

En el método de proyectos, los estudiantes son el centro del proceso de aprendizaje. Ellos, con la guía del profesor, asumen la planeación, organización, ejecución y evaluación de las tareas que deben realizar. Las exigencias propias de las tareas del proyecto obligan a los estudiantes a tomar sus propias decisiones y a encauzar sus intereses, a comunicarse y a conciliar con los demás integrantes del grupo, porque tienen un objetivo común, que supera las pasiones individuales, que es la obtención de los resultados y de los productos finales.

Los estudiantes aprenden a través de la indagación y de la experimentación, tienen algún control en las decisiones, en cuanto al modo como los resultados de su acción completan las tareas del proyecto. Así mismo, trabajan frecuentemente en grupos cooperativos, asumiendo roles que hacen mejor uso de sus talentos individuales.

Los buenos proyectos se desarrollan en torno a conceptos medulares que apuntan hacia los objetivos y competencias que deben tener los egresados de los programas de ingeniería. Los proyectos se enfocan en qué es lo que los estudiantes deben saber, como resultado de sus aprendizajes. El proyecto incluye espacios para la reflexión, la retroalimentación y los ajustes.

Enfocados en el logro de los objetivos, el profesor y sus estudiantes definen las acciones de investigación y de aprendizaje apropiadas, así como el plan de evaluación y la organización de las actividades del proyecto.

Los estudiantes disponen de orientaciones y directrices para un trabajo de alta calidad y saben qué se espera de ellos desde el comienzo del proyecto, en el que se incluyen espacios para la experimentación, la reflexión, la aplicación, la realimentación y los ajustes.

## LOS PROYECTOS Y LA FORMACIÓN DE COMPETENCIAS

Los proyectos ayudarían a desarrollar conocimientos, conceptos, habilidades y valores, como la colaboración, el autocontrol, la autoevaluación, la comunicación, el liderazgo, el respeto por las opiniones de los compañeros, el análisis de datos y la evaluación de la información.

La idea es que, a lo largo del proyecto, las preguntas orientadoras del profesor desafíen a los estudiantes a pensar y hacer conexiones con conceptos que son de importancia en el mundo real y que muy posiblemente los estudiantes hace tiempo tienen almacenados en la trastienda de su mente.



Mientras más reales sean los proyectos y mayores sean las conexiones con el mundo real, mejores serán los resultados, porque incluirán actividades de aprendizaje activo. Los proyectos son relevantes en la vida de los estudiantes y pueden involucrar a la comunidad o a expertos externos para que les provean un mejor contexto para el aprendizaje.

Los estudiantes pueden presentar su aprendizaje a una audiencia real, hacer uso de los recursos de la comunidad, ayudarse de expertos en el campo de estudio o comunicarse a través de las redes, utilizando muchas veces la ayuda de los padres de familia o la propia iniciativa.

En los proyectos, los estudiantes tienen asignaciones individuales de responsabilidades, y al final es posible evaluar tanto el desempeño individual como colectivo. Los estudiantes desarrollan el proyecto, hacen la presentación de sus resultados ante el profesor y sus compañeros y, en ocasiones, ante directivos de las empresas donde se efectuaron las acciones de mejoramiento. De esta manera se desarrollan y perfeccionan las competencias de comunicación, orales y escritas.

La evaluación y la toma de decisiones en un proyecto son permanentes. Al comienzo de un proyecto se definen claramente las expectativas, las cuales pasan por múltiples revisiones y comprobaciones de comprensión; además, en cada una de sus etapas se utilizan variados métodos de evaluación.

Una vez que se ha ejecutado el proyecto, es necesario evaluarlo, para poder emitir un juicio sobre la forma como se cumplieron o no los objetivos iniciales. Esta es una buena oportunidad para hacer un segundo lazo de conceptualización y generalización de las ideas.

**Método de aprendizaje activo.** Como se dijo antes, el aprendizaje activo se define generalmente como un método de enseñanza que involucra a los estudiantes en su proceso de aprendizaje, de suerte tal que las actividades que ellos desarrollan deben tener significado y los deben orientar a pensar sobre lo que están haciendo.

**Los proyectos como herramienta de aprendizaje.** Los proyectos activan a los estudiantes, retándolos a encontrar una solución apropiada mediante sus propios conocimientos y habilidades, y con la ayuda de herramientas que potencian sus capacidades mentales y físicas, como los computadores, las bibliotecas, las máquinas, equipos, instrumentos, y mediante la colaboración de otras personas con experiencia, adquirida en la elaboración de trabajos anteriores.

Los proyectos conducen al *conocimiento profundo,* o sea, el de los *conceptos,* de las generalizaciones y de las teorías. En su proceso cierran los lazos de la experimentación, de la conceptualización y de la aplicación de conocimientos y conceptos a la solución de problemas reales.

**El trabajo en grupo.** El trabajo en equipo, que se ha constituido en una de las competencias básicas para cualquier ingeniero, es otra de las capacidades que los estudiantes adquieren a través de su experiencia en los proyectos. Las interrelaciones sociales que conllevan los proyectos en su realización ayudan a desarrollar habilidades de comunicación, orales y escritas, en ocasiones en diversas lenguas. La cooperación, la ayuda, el seguimiento de procedimientos, la toma de decisiones al escoger entre varias opciones, son otras de las capacidades que se adquieren en esta clase de experiencias.

**Interdisciplinariedad.** Cuando los proyectos se pueden hacer entre estudiantes de diversas especialidades de la ingeniería, el aprendizaje es mucho más profundo, porque en ese momento los estudiantes valoran mejor sus propios métodos, al resaltarlos contra los que utilizan sus compañeros de otras profesiones. Ese es el trabajo interdisciplinario al que deben acostumbrarse los futuros ingenieros.



Los estudiantes trabajan en la solución de sus problemas, en el aprendizaje mediante proyectos, y esto los hace adquirir destreza en la búsqueda y selección de información apropiada, en su apropiación y uso adecuado, que a la larga los irá encaminando hacia la investigación.

El resultado de los proyectos es perfectamente observable por los miembros de la sociedad, empezando por los padres de familia, que ven cómo sus hijos están comprometidos en la solución de problemas factibles, resultando muchas veces involucrados en dicho proceso de aprendizaje. En proyectos de mayor alcance, los resultados muchas veces son precisamente el desarrollo y la puesta en funcionamiento de soluciones para el servicio de la comunidad, tales como acueductos, sistemas de información, instalaciones mecánicas o eléctricas, etcétera.

El aprendizaje por proyectos, apoyado por las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), gana cada día preponderancia como forma enriquecedora de enseñanza. El acopio de información apropiada, el uso de herramientas tecnológicas como la simulación y la experimentación mediante *software* apropiado, la comunicación vía internet con los demás miembros del equipo, son algunas de las múltiples aplicaciones de las TIC.

**Formación de competencias para el trabajo.** En ocasiones, los proyectos ayudan a preparar a los estudiantes para los puestos de trabajo. En espacios académicos como las prácticas profesionales, trabajos de campo o trabajos de curso, los proyectos enfrentan

a los estudiantes al mundo real del trabajo, de manera que adquieren experiencia y competencias laborales.

Cuando los profesores utilizan los proyectos en su estrategia de aprendizaje, aumenta la motivación de los estudiantes, hay mayor participación en clase y una mejor disposición para realizar las tareas.

Los proyectos, sin lugar a dudas, son el método más efectivo para evaluar las competencias de entendimiento, raciocinio y de pensamiento crítico, o sea, la formación y aplicación de conceptos.

**Etapas del método de proyectos.** Según el profesor español José Antonio Sánchez Núñez[21], el método de proyectos tiene tres etapas: preparación, elaboración y control.

La etapa de *preparación* tiene tres partes: a) elección del tema y formulación de objetivos; b) elaboración del plan, donde se determinan los pasos que hay que seguir y el plan que hay que realizar; c) asignación de responsabilidades, en la que se forman los grupos y se asignan las tareas que cada uno debe hacer.

La etapa de *elaboración* tiene cuatro partes: a) búsqueda de información, en la que los alumnos indagan sobre todo lo que les pueda servir para desarrollar su tema; b) reuniones de grupo, donde se analiza la información recogida y se ve si es necesario buscar nuevos datos; c) elaboración de partes del proyecto; d) informe y resultado final, donde cada grupo y cada alumno cuenta qué hizo, sus resultados y dificultades.

21. José Antonio Sánchez Núñez (1998). *El método de proyectos. Bases pedagógicas para la formación del profesor universitario.* Universidad Politécnica de Madrid.



En la etapa de *control,* los participantes de cada grupo exponen y defienden el trabajo realizado, ante el profesor y el resto de la clase. El profesor orienta y soluciona los problemas que se presenten hasta ese momento.

**Inconvenientes que se pueden presentar.** Algunos problemas que destaca el profesor Sánchez Núñez son los siguientes: a) dificultad para estructurar la asignatura en proyectos; b) el ritmo común que deben llevar los grupos es difícil de alcanzar; c) es muy complicado de aplicar en grupos grandes; d) el control es complicado; e) los alumnos deben tener técnicas de trabajo individual y en grupo, deben saber cómo recolectar información, cómo indagar y cómo esquematizar.

**Ventajas del método de proyectos.** Entre las ventajas que señala el profesor Sánchez Núñez están: a) permite desarrollar la creatividad; b) conecta la teoría y su aplicación; c) integra conocimientos diversos; d) permite relacionar asignaturas; e) ayuda a una formación globalizada; f) motiva al alumno a estar en contacto con casos reales; g) acrecienta el desarrollo del dominio afectivo.

## RESUMEN

### Características de los proyectos

- Los proyectos siempre tienen un propósito o un objetivo, que puede ser la satisfacción de necesidades, la solución de problemas, la mejora de bienes o sistemas existentes, la transformación de situaciones, la producción de cambios, partiendo de una base científico-técnica disponible en el momento.
- Los proyectos están centrados en el estudiante y son planeados, organizados, realizados, evaluados y dirigidos por ellos. Tienen

un contenido que persigue el desarrollo de las competencias de los estudiantes.

- Los proyectos se basan en los conocimientos, conceptos y habilidades que los estudiantes poseen y que deberán aplicarse en la solución de problemas del mundo real.
- Los proyectos fomentan en el estudiante habilidades de recopilación y análisis de información y de investigación de primera mano, y son sensibles a la cultura local.
- Cuando los profesores utilizan los proyectos en su estrategia de aprendizaje, aumenta la motivación de los estudiantes, hay mayor participación en clase y una mejor disposición para realizar las tareas.
- Los proyectos conducen al *conocimiento profundo,* o sea, el de los conceptos, de las generalizaciones y de las teorías. En su proceso se cierran los lazos de la experimentación, de la conceptualización y de la aplicación de conocimientos y conceptos a la solución de problemas reales.
- Los proyectos, sin lugar a dudas, son el método más efectivo para evaluar las competencias de entendimiento, raciocinio y de pensamiento crítico, es decir, la formación y aplicación de conceptos.

***"Profesor de ingeniería: sus estudiantes, sin importar el semestre en que se encuentren, siempre estarán en capacidad de desarrollar proyectos relacionados con la solución de problemas del mundo real. Si no lo ha intentado, hágalo. Si lo ha hecho, mejórelos".***

# 9
# El aprendizaje con ayuda de las TIC

*"El desarrollo inconmensurable de la informática, de las comunicaciones y del transporte, ha cambiado nuestra concepción del mundo. Hoy conocemos una gran diversidad de lugares y estamos en capacidad de comunicarnos con personas de lejanos sitios en breve tiempo, sin necesidad de desplazarnos físicamente. Las fronteras nacionales se están derribando por efecto de las comunicaciones. Cursos de capacitación y entrenamiento, noticias, publicidad y transferencias monetarias se hacen hoy vía internet.*

*La globalización es real y su efecto competitivo invade los predios, hasta ahora autónomos, de las instituciones de educación superior".*

**Luis Ernesto Blanco Rivero[22]**

Las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) son un conjunto de avances tecnológicos de los computadores, internet, telefonía, medios masivos, multimedia, telemática y realidad

22. Luis Ernesto Blanco Rivero (1999). La tecnología informática y la cooperación entre líderes de la universidad y de la industria como perspectiva de cambio. Cartagena: XIX Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería, Acofi, p. 27.

virtual, entre otros, que permiten transmitir, procesar y difundir información de manera instantánea. Son instrumentos y procesos utilizados para recuperar, almacenar, organizar, manejar, producir, presentar e intercambiar información por medios electrónicos y automáticos.

Las TIC se encuentran presentes en prácticamente todas las actividades de la vida de las personas civilizadas, y han cambiado las formas de estudiar, de aprender, de enseñar, de comunicarse y de actuar. "Pero entretanto apareció internet, y con esta enorme red de redes, toda una forma de vida, de aprender. Los estudiantes comienzan a utilizar este nuevo recurso, que ya no se distingue de un teléfono; es decir, las comunicaciones están en manos de los estudiantes y permanecen ingentes horas interactuando con esta nueva forma de trabajar en el computador; ahora los profesores sienten la preocupación de cómo utilizar efectivamente este recurso, que por supuesto ya estaba en las aulas de clase..."[23].

Estas tecnologías cambiaron la cultura del mundo, porque aparecieron simultáneamente con la globalización económica, ligada al enorme desarrollo de las comunicaciones y del transporte. Las TIC están transformando también la educación a unas velocidades tan grandes, que ha sido muy difícil la adaptación a los cambios, por parte de los profesores. En cambio los estudiantes, como nacieron y se han criado usando las nuevas tecnologías, no han sufrido mayores traumas.

El uso masivo de los computadores en el aula de clase ha cambiado los métodos de enseñanza y de aprendizaje. Las plataformas operacionales cada día son más amigables y manejan complejidades inimaginables, gracias al enorme incremento en la capacidad de almacena-

23. José Francisco Amador Montaño (1999). Formación de docentes virtuales. Cartagena: XIX Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería, Acofi, p. 51.



miento de las memorias, al increíble aumento de las velocidades de los procesadores y a la inmensa versatilidad de las redes. Estas ventajas las están aprovechando intensamente tanto profesores como estudiantes.

Actualmente se exigen competencias de universalidad a los nuevos profesionales, como por ejemplo el dominio de dos o tres idiomas, capacidad para trabajar en equipos multidisciplinarios, habilidades en el manejo del computador, capacidad de adaptación al uso de la tecnología, búsqueda del bienestar social y de la humanidad, respeto por la naturaleza, y otras más, que desde luego el profesor también debe poseer.

Fuente: Las TIC y sus aportaciones a la sociedad. Dr. Pere Marqués Graells
http://dewey.uab.es

**Figura 13.** CAMPOS DE CONOCIMIENTO RELACIONADOS CON LAS TIC.

En la gráfica que aparece en la figura 13, rodeando a la informática, aparecen la robótica, las bases de datos, los hipertextos, las edi-

iones electrónicas de libros, las hojas de cálculo y las simulaciones nimadas. Aunque cada uno de estos aspectos merece una adecuada rofundidad en su tratamiento, nos limitaremos a ampliar las tres últimas por su importante impacto en la educación en ingeniería.

**Ediciones electrónicas.** Las ediciones electrónicas de libros y revistas tienen grandes ventajas en cuanto al ahorro de papel y en lo relacionado con su acceso, porque se pueden abrir desde ualquier lugar, sin necesidad de cargarlos o reservarlos. Por supuesto, también existen en el mercado hemerotecas y bibliotecas virtuales. Las instituciones de educación superior que han escogido la alternativa de la virtualidad[24], como parte de la oferta de sus cursos, permiten el uso de dichos recursos. Bibliotecas como e-libro, ebrary, hemerotecas como Safari, Oare, Agora, se encuentran disponibles en el mercado.

Las versiones de audio de libros existentes, permiten a los estudiantes repasar los temas y memorizar algunos contenidos, mientras realizan otras actividades mecánicas.

**Hojas de cálculo.** Uno de los autores tuvo oportunidad de asistir a un congreso internacional de investigación de operaciones en Estados Unidos, realizado en 1985; allí Saúl I. Gass, eminente profesor y autor de libros de programación lineal, decía que el descubrimiento del siglo XX, en su opinión, era la hoja de cálculo, que empezaba a popularizarse, y la humanidad estaba muy lejos, en ese momento, del uso del Excel.

Son conocidas las aplicaciones de las hojas de cálculo en el mundo financiero, en el ambiente de gestión de las empresas, en la programación lineal, en el cálculo matemático, en las presentaciones gráfi-

24. *www.unad.edu.co, http://biblioteca.unad.edu.co.*



cas, en la contabilidad y en muchos otros campos. Actualmente, hay facilidad para hacer intercambio de datos y de gráficos con otros programas.

Casi todo profesor lleva cuenta de sus calificaciones en hojas de cálculo y los sistemas de registro de muchas universidades tienen como base esta útil herramienta, que aún tiene mucho potencial por explotar. Se recomienda que todo profesor haga un curso intensivo en el uso de hojas de cálculo.

**Simuladores animados.** La simulación es una representación ficticia de situaciones reales[25]. Sirve para experimentar condiciones u opciones que no se pueden ensayar en el mundo real de las plantas industriales o de las empresas, debido a la imposibilidad de parar los procesos, o a los altos costos que implicarían los ensayos. La animación, por una parte, y la inmensa capacidad de procesamiento de los equipos de computación actuales, unida a la facilidad de uso de los programas actuales, permiten el análisis y mejoramiento de sistemas complejos tales como los sistemas logísticos, que se pueden ir modelando con el incremento paso a paso de la complejidad, agregando y mezclando uno a uno los distintos subsistemas.

El único método que permite observar simultáneamente el efecto de la variabilidad y de la dependencia en procesos industriales es la simulación[26], poderosa herramienta que sirve además para ensayar y probar mejoras potenciales en sistemas productivos. El *software* de simulación animada ayuda bastante a entender y comprender la dinámica de los sistemas de manufactura.

25. Luis Ernesto Blanco Rivero. Aplicaciones con Promodel en logística. *Zonalogística*, N° 17, p. 52.

26. Luis Ernesto Blanco Rivero. La simulación como herramienta indispensable en la comprensión de las leyes y principios de la manufactura. *Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería*, año 10, N° 37, pp. 11-22.

ciones electrónicas de libros, las hojas de cálculo y las simulaciones animadas. Aunque cada uño de estos aspectos merece una adecuada profundidad en su tratamiento, nos limitaremos a ampliar las tres últimas por su importante impacto en la educación en ingeniería.

**Ediciones electrónicas.** Las ediciones electrónicas de libros y revistas tienen grandes ventajas en cuanto al ahorro de papel y en lo relacionado con su acceso, porque se pueden abrir desde cualquier lugar, sin necesidad de cargarlos o reservarlos. Por supuesto, también existen en el mercado hemerotecas y bibliotecas virtuales. Las instituciones de educación superior que han escogido la alternativa de la virtualidad[24], como parte de la oferta de sus cursos, permiten el uso de dichos recursos. Bibliotecas como e-libro, ebrary, y hemerotecas como Safari, Oare, Agora, se encuentran disponibles en el mercado.

Las versiones de audio de libros existentes, permiten a los estudiantes repasar los temas y memorizar algunos contenidos, mientras realizan otras actividades mecánicas.

**Hojas de cálculo.** Uno de los autores tuvo oportunidad de asistir a un congreso internacional de investigación de operaciones en Estados Unidos, realizado en 1985; allí Saúl I. Gass, eminente profesor y autor de libros de programación lineal, decía que el descubrimiento del siglo XX, en su opinión, era la hoja de cálculo, que empezaba a popularizarse, y la humanidad estaba muy lejos, en ese momento, del uso del Excel.

Son conocidas las aplicaciones de las hojas de cálculo en el mundo financiero, en el ambiente de gestión de las empresas, en la programación lineal, en el cálculo matemático, en las presentaciones gráficas, en la contabilidad y en muchos otros campos. Actualmente, hay facilidad para hacer intercambio de datos y de gráficos con otros programas.

24. *www.unad.edu.co, http://biblioteca.unad.edu.co.*



Casi todo profesor lleva cuenta de sus calificaciones en hojas de cálculo y los sistemas de registro de muchas universidades tienen como base esta útil herramienta, que aún tiene mucho potencial por explotar. Se recomienda que todo profesor haga un curso intensivo en el uso de hojas de cálculo.

**Simuladores animados.** La simulación es una representación ficticia de situaciones reales[25]. Sirve para experimentar condiciones u opciones que no se pueden ensayar en el mundo real de las plantas industriales o de las empresas, debido a la imposibilidad de parar los procesos, o a los altos costos que implicarían los ensayos. La animación, por una parte, y la inmensa capacidad de procesamiento de los equipos de computación actuales, unida a la facilidad de uso de los programas actuales, permiten el análisis y mejoramiento de sistemas complejos tales como los sistemas logísticos, que se pueden ir modelando con el incremento paso a paso de la complejidad, agregando y mezclando uno a uno los distintos subsistemas.

El único método que permite observar simultáneamente el efecto de la variabilidad y de la dependencia en procesos industriales es la simulación[26], poderosa herramienta que sirve además para ensayar y probar mejoras potenciales en sistemas productivos. El *software* de simulación animada ayuda bastante a entender y comprender la dinámica de los sistemas de manufactura.

25. Luis Ernesto Blanco Rivero. Aplicaciones con Promodel en logística. *Zonalogística*, N° 17, p. 52.

26. Luis Ernesto Blanco Rivero. La simulación como herramienta indispensable en la comprensión de las leyes y principios de la manufactura. *Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería*, año 10, N° 37, pp. 11-22.

Cuando la simulación termina, los estudiantes pueden analizar visual, gráfica y estadísticamente, las interrelaciones de los parámetros, los resultados, los datos, los costos y el desempeño de los modelos. La simulación es una herramienta muy efectiva para mejorar, entender y experimentar las relaciones dinámicas básicas de los sistemas productivos y de otros sistemas.

El *software* de simulación animada, tipo Promodel, Arena, Service Model, etc., es especial para modelar procesos productivos y logísticos, que incluyen ayudas que permiten incluir la variabilidad, siempre presente en los sistemas productivos, en los materiales, en los procesos y en los recursos. Los estudiantes tienen oportunidad de ver cómo los indicadores cambian, a medida que se modifican los parámetros, y mediante el uso de simulaciones de situaciones reales interiorizan los conceptos y permanecen activos durante las clases y en la elaboración de sus proyectos.

Es conveniente advertir sobre la necesidad de validar en el sistema real los resultados de las simulaciones, porque en ocasiones los resultados virtuales se desfasan en relación con los reales.

Existe, además del *software* animado especializado, una amplia gama de aplicaciones de la simulación en la educación en ingeniería: programas entrenadores en la solución de problemas, laboratorios de aprendizaje de lenguas, de matemática, de experimentos de física, sistemas visuales de aprendizaje de algoritmos, simuladores pedagógicos, simuladores de flujos y fluidos, simuladores de ambientes de enseñanza, simuladores de gestión industrial, etcétera.

Las aplicaciones de las bases de datos y de los hipertextos son también muy variadas. Los motores de búsqueda, unidos a los métodos de optimización y a la minería de datos, permiten la programación de actividades de sistemas productivos complejos, la planeación de sistemas de control de tráfico, la planeación y cobro de tarifas de servicios públicos y, en general, la planeación de sistemas complejos.



Los hipertextos permiten la difusión de cursos por internet, por lo que el estudiante puede atender a los cursos y trabajar a su propio ritmo, así como acceder a los temas que son de su exclusivo interés. Esta aplicación de las TIC se ha popularizado tanto que hoy en día la educación a distancia es un verdadero privilegio para las personas que no pueden acceder a la educación presencial.

**Cursos virtuales.** La organización de cursos virtuales requiere una mayor dedicación a la etapa de planeación, porque además de los objetivos, justificación, requisitos académicos, intensidad semanal, bibliografía, contenido programático resumido y detallado, metodología y formas de evaluación, es necesario planear cuidadosamente el contenido de todas las sesiones.

En este tipo de aprendizaje, el profesor debe conocer con anterioridad quiénes van a ser sus alumnos, cuáles serán los recursos informáticos de los que ellos dispondrán y qué clase de conocimientos previos poseen.

La prueba o examen de entrada que se realiza a los estudiantes presenciales de los cursos regulares, que se mencionó al comienzo del capítulo 6, también se debe hacer a los estudiantes a distancia, pero con mayor detalle, para poder tener una idea clara de cuáles son las motivaciones y expectativas del estudiante respecto al curso, y cuál es el nivel de entendimiento de los temas necesarios (prerrequisitos) para comprender el material del curso.

El profesor debe conocer también con anticipación con qué recursos va a contar para su curso a distancia. Debe saber si dispone de programas de tipo campo virtual (*blackboard, convene, intralearn,*

Cuando la simulación termina, los estudiantes pueden analizar visual, gráfica y estadísticamente, las interrelaciones de los parámetros, los resultados, los datos, los costos y el desempeño de los modelos. La simulación es una herramienta muy efectiva para mejorar, entender y experimentar las relaciones dinámicas básicas de los sistemas productivos y de otros sistemas.

El *software* de simulación animada, tipo Promodel, Arena, Service Model, etc., es especial para modelar procesos productivos y logísticos, que incluyen ayudas que permiten incluir la variabilidad, siempre presente en los sistemas productivos, en los materiales, en los procesos y en los recursos. Los estudiantes tienen oportunidad de ver cómo los indicadores cambian, a medida que se modifican los parámetros, y mediante el uso de simulaciones de situaciones reales interiorizan los conceptos y permanecen activos durante las clases y en la elaboración de sus proyectos.

Es conveniente advertir sobre la necesidad de validar en el sistema real los resultados de las simulaciones, porque en ocasiones los resultados virtuales se desfasan en relación con los reales.

Existe, además del *software* animado especializado, una amplia gama de aplicaciones de la simulación en la educación en ingeniería: programas entrenadores en la solución de problemas, laboratorios de aprendizaje de lenguas, de matemática, de experimentos de física, sistemas visuales de aprendizaje de algoritmos, simuladores pedagógicos, simuladores de flujos y fluidos, simuladores de ambientes de enseñanza, simuladores de gestión industrial, etcétera.

Las aplicaciones de las bases de datos y de los hipertextos son también muy variadas. Los motores de búsqueda, unidos a los métodos de optimización y a la minería de datos, permiten la programación de actividades de sistemas productivos complejos, la planeación de sistemas de control de tráfico, la planeación y cobro de tarifas de servicios públicos y, en general, la planeación de sistemas complejos.



Los hipertextos permiten la difusión de cursos por internet, por lo que el estudiante puede atender a los cursos y trabajar a su propio ritmo, así como acceder a los temas que son de su exclusivo interés. Esta aplicación de las TIC se ha popularizado tanto que hoy en día la educación a distancia es un verdadero privilegio para las personas que no pueden acceder a la educación presencial.

**Cursos virtuales.** La organización de cursos virtuales requiere una mayor dedicación a la etapa de planeación, porque además de los objetivos, justificación, requisitos académicos, intensidad semanal, bibliografía, contenido programático resumido y detallado, metodología y formas de evaluación, es necesario planear cuidadosamente el contenido de todas las sesiones.

En este tipo de aprendizaje, el profesor debe conocer con anterioridad quiénes van a ser sus alumnos, cuáles serán los recursos informáticos de los que ellos dispondrán y qué clase de conocimientos previos poseen.

La prueba o examen de entrada que se realiza a los estudiantes presenciales de los cursos regulares, que se mencionó al comienzo del capítulo 6, también se debe hacer a los estudiantes a distancia, pero con mayor detalle, para poder tener una idea clara de cuáles son las motivaciones y expectativas del estudiante respecto al curso, y cuál es el nivel de entendimiento de los temas necesarios (prerrequisitos) para comprender el material del curso.

El profesor debe conocer también con anticipación con qué recursos va a contar para su curso a distancia. Debe saber si dispone de programas de tipo campo virtual (*blackboard, convene, intralearn,*

*eduprise*) que le permitan mantener conversaciones y discusiones en línea, y si tiene bibliotecas y hemerotecas virtuales o bases de datos especializadas.

Intranet y los campos virtuales de aprendizaje permiten una comunicación más centralizada y fluida entre grupos con intereses similares. Es posible hacer discusiones en tiempo real o no, sobre temas de interés común, adjuntando información audiovisual y con la participación de todos los estudiantes de una asignatura.

El aprendizaje virtual se puede hacer con base en contenidos y con fechas definidas en el tiempo (sincrónico), o con base en una secuencia de módulos o temas que el estudiante debe cubrir antes de pasar al siguiente (asincrónico). En ambos casos, los estudiantes deben tener instrucciones precisas de las fechas de entrega, de la extensión máxima de los archivos, de las formas de presentación de los trabajos y tareas, de las exigencias de participación en los trabajos de grupo y todos los detalles de la operación del curso.

También es importante, en este tipo de cursos, que los estudiantes conozcan las formas y métodos de evaluación antes, durante y después de la clase, lo mismo que los criterios de calificación.

En lo relacionado con internet, se reconoce su inmenso valor como medio de comunicación, pero su capacidad como base de datos es limitada. "No todo se encuentra en internet". Es bueno precisar que internet es una herramienta poderosa, pero se debe complementar con las bibliotecas y hemerotecas reales o virtuales, porque allí se almacenan las fuentes de información.

**Teleconferencias y cursos vía satélite.** Los satélites de comunicación y los medios audiovisuales permiten las teleconferencias y las transmisiones de las asignaturas hasta sitios remotos, prácticamente sin límite de fronteras nacionales. Algunas universidades, en convenio con empresas y entidades públicas, ofrecen cursos de capacitación a distancia para empleados, utilizando medios como internet o la comunicación satelital.



**DVD.** El DVD ha permitido la universalización de las ayudas audiovisuales. Actualmente, no es necesario tener proyectores costosos y difíciles de manejar para mostrar a los estudiantes personas, procesos, máquinas y sistemas en acción y en color, porque el DVD facilita notablemente la labor de los profesores.

**Videojuegos y realidad virtual.** Los videojuegos tienen una aproximación a la realidad prácticamente total. Muchos de dichos juegos son simuladores de autos, de guerras, de máquinas de juego, de casinos. Muy pronto serán simuladores de procesos, de sistemas, de gestión de personas, que tendrán aplicación directa en la enseñanza de la ingeniería.

**La web.** Las redes de comunicación, la banda ancha e internet, las cámaras de los computadores, permiten la comunicación con imágenes y en tiempo real, entre personas, desde lugares remotos. Es posible instalar programas de *software* especializado, desde otros países; actualizar programaciones, hacer reservas de salones, enviar calificaciones, colocar y recibir tareas de estudiantes remotos y muchas otras de las actividades cotidianas de un profesor. Tienen un inconveniente: se puede recibir virus e infectar el computador.

Se comentó anteriormente que el aprendizaje por proyectos, apoyado por las TIC, se utiliza cada día más porque facilita la comunicación entre los miembros del equipo, habilita el intercambio inmediato de información entre varios miembros, sin importar el lugar en donde estén trabajando, y permite la simulación y la experimentación mediante *software* apropiado. El trabajo realizado se puede presen-

tar y evaluar desde diferentes lugares de acceso. Pero lo más importante es que los estudiantes están activados, dedicados a investigar, a recolectar información, a analizarla, a proponer alternativas de solución a los problemas y a sustentar teóricamente sus propuestas. Esto es, en otras palabras, autoaprendizaje.

El aprendizaje con el uso de las TIC no tiene límites, prácticamente. Una vez que el estudiante aprende a utilizar las herramientas tecnológicas e inicia su proceso de almacenamiento de conocimientos, de formación de conceptos y de habilidades, se sumerge en un mundo que es mezcla de lo virtual y de lo real, donde es él quien administra los tiempos, el ritmo y las cantidades en el proceso de aprendizaje.

## RESUMEN

### Características y aplicaciones de las TIC

- Las TIC son un conjunto de avances tecnológicos de los computadores, internet, telefonía, medios masivos, multimedia, telemática y realidad virtual, entre otros, que permiten transmitir, procesar y difundir información de manera instantánea.
- Las hojas de cálculo, tipo Excel, se aplican intensivamente en el mundo financiero, en el ambiente de gestión de las empresas, en la programación lineal, en el cálculo matemático, en las presentaciones gráficas, en la contabilidad y en muchos otros campos.
- El *software* de simulación animada es especial para modelar procesos productivos y logísticos.
- Existe una amplia gama de aplicaciones de la simulación en la educación en ingeniería: programas entrenadores en la solución de problemas, laboratorios de aprendizaje de lenguas, de matemática, de experimentos de física, etcétera.



- Los hipertextos permiten la difusión de cursos por internet, por lo que el estudiante puede atender a los cursos y trabajar a su propio ritmo.
- Los satélites de comunicación y los medios audiovisuales permiten las teleconferencias y las transmisiones de las asignaturas hasta sitios remotos.
- El DVD ha permitido la universalización de las ayudas audiovisuales.
- Los videojuegos muy pronto serán simuladores de procesos, de sistemas, de gestión de personas, que tendrán aplicación directa en la enseñanza de la ingeniería.
- Las redes de comunicación, la banda ancha e internet, las cámaras de los computadores, permiten la comunicación con imágenes y en tiempo real, entre personas, desde lugares remotos.
- Intranet y los campos virtuales de aprendizaje permiten una comunicación más centralizada y fluida entre grupos con intereses similares.
- El aprendizaje por proyectos, apoyado por las TIC, se utiliza cada día más.
- El aprendizaje con el uso de las TIC no tiene límites, prácticamente.

***"Profesor de ingeniería: existen muchas herramientas tecnológicas para ayudarlo en su clase. Utilice únicamente las que usted realmente conozca y domine. Siéntase a gusto usando lo que usted pueda controlar y no se preocupe, que poco a poco irá aprendiendo a usar las últimas versiones disponibles en el mercado".***

## A UN ESTUDIANTE DE INGENIERÍA

(Versión libre de una carta a los estudiantes de la Universidad de California)

Usted tiene la fortuna de haber decidido formarse como ingeniero en los primeros años del siglo XXI, con un enorme potencial en conocimientos liberadores de muchas inconsistencias y con un arsenal de herramientas que le permitirán hacer mucho más en menos tiempo. Pero conviene saber que durante mucho tiempo se ha pensado que, antes de emprender cualquier acción, es necesario tener un plan, un plan basado en verdades obtenidas por acumulación de conocimientos. Esta idea ha sido paradigma de la ingeniería desde el siglo XVII, cuando se pensaba que todos los problemas humanos podrían resolver mediante la lógica y la fidelidad a las leyes de la naturaleza. La ingeniería, hoy día, tiene profundas raíces en este punto de vista.

En nuestro tiempo, hemos comenzado a ver que muchos aspectos de la condición humana, como la pobreza, la carencia de hogar y la devastación del medio ambiente no pueden solucionarse únicamente con racionalidad y tecnología. Estos problemas requieren atención, total confianza, interés y respeto por la dignidad de los otros, demandan reactivación del respeto práctico por la vida y por el mundo que nos rodea.

Usted desea formarse como ingeniero, y para ser competente, usted debe ser maestro en los hechos esenciales, los procesos y modelos de la ingeniería, y debe demostrar el uso de la recursividad en la práctica. La mayor parte del tiempo en la facultad, profesores y estudiantes lo invertiremos en lograrlo.

En la facultad de ingeniería se respetará su individualidad y esperamos que usted asuma plena responsabilidad por su educación asistiendo a todas sus clases, terminando todos sus trabajos, haciendo todos los



ejercicios asignados y teniendo reuniones regulares con sus instructores y profesores. Esperamos también que se considere miembro activo de la institución y contribuya al bienestar conjunto a través de las organizaciones de bienestar universitario, participando en los proyectos que ayuden en la facultad a los otros y que muestre respeto por todos.

Sin embargo, las experiencias en ingeniería, por sí solas, no serán suficientes para brindarle una vida de satisfacción y de logros. Usted necesitará igualmente aprender retórica y música, aprender a ser escritor de ficción y poesía, entender la manifestación pura del método y de la historia, y aprender baile o artes marciales, para poder entender la belleza de las manifestaciones del cuerpo y del espíritu, y aprender ciencia como una hermana de la tecnología y del conocimiento lógico, y como testimonio del cuidadoso peso de la evidencia.

Usted necesita hacerse responsable de su propia preparación para afrontar las situaciones y las discusiones mediante las cuales la humanidad se encontrará a sí misma en los años por venir y a las que usted tendrá la oportunidad de contribuir.

Emerge ahora una nueva concepción de empresa, dirigida por una tecnología de la información; el trabajo ha llegado a ser un bienestar y las corporaciones mundiales compiten con las instituciones políticas. Las fronteras pierden significado y a las instituciones políticas las están desgarrando por conflictos culturales y raciales. Los papeles de las naciones y de los entes internacionales se están reformulando. La estabilidad de la ecología y de las fuentes de energía es incierta.

Existe una lucha por definir la moralidad y la realidad social, que está limitando nuestro individualismo y nuestras familias y está incrementando las tensiones sociales.

A pesar de la inestabilidad, usted tendrá bases sólidas. No deberá olvidar su habilidad como creador y oidor del mundo. Usted debe recordar siempre esto:

> ***"Los estados mentales creados por un ser diabólico en la sociedad, tales como la desesperación, la resignación y el resentimiento, deben cambiarse por un desafío pleno de alegría, respeto mutuo, responsabilidad, dignidad, admiración y nueva espiritualidad".***

## CARTA A UN COLEGA

Apreciado profesor de ingeniería:

Usted ha tenido la paciencia para llegar al final de estas recomendaciones o, como algunos lectores acostumbran, comenzó a leer por el final. Felicitaciones.

La carrera de profesor de ingeniería está consolidándose día tras día, por lo que en muy poco tiempo esta profesión encontrará el lugar destacado en la sociedad que se merece.

Nosotros le hemos dado algunas ideas para su mejoramiento personal, que deberá ser continuo, pero ante todo le recomendamos que sea



siempre *usted mismo*, esto es, que sea auténtico y que sepa distinguir entre lo importante y lo superfluo.

Como profesor, usted es ejemplo de vida tanto para sus estudiantes como para la sociedad. Esa condición de líder social le impide muchas cosas. Usted no puede mentir. Usted no puede prometer qué va a hacer y no hacer. Usted no puede decir "no lo he preparado". En esta época de desaparición de los valores sociales, por la acción del dinero fácil, usted es el ancla en el mar tormentoso de la corrupción que azota nuestra sociedad.

Deberá tener una ética a toda prueba. La lealtad, la justicia, el trato igualitario, la legalidad, la honradez, el respeto por las instituciones, el amor a la patria, la disciplina y la calidad en el trabajo, serán el cofre abierto que atesora su personalidad.

Sus palabras y actitudes ante sus estudiantes deberán ser inspiradoras y llenas de esperanza. Usted tendrá que sembrar el campo de la ilusión y de la perfección en la mente de sus alumnos.

Su vocación como profesor deberá ser tal que si le preguntaran qué profesión escogería si volviera a nacer, su respuesta deberá ser única: *la misma, profesor de ingeniería*.

El hecho de haber escogido la profesión que más le gusta lo deberá llenar de alegría. En ese sentido, tendrá que manifestar su complacencia por lo que hace en cada una de sus clases, en cada respuesta que da a sus estudiantes, en cada gesto, en cada expresión de su cara durante su labor.

Todos sabemos que con esta profesión usted no se hará rico y que apenas vivirá, de pronto cómodamente, pero esa realidad económica no lo podrá hacer sentir mal, porque usted tendrá muchos amigos, muchos

1083



discípulos importantes que sí serán pudientes gracias a que usted ayudó a que ellos lo lograran.

En esta profesión, más que en ninguna otra, tendrá que estudiar todos los días y deberá lograr una formación integral, que será la que usted forjará en sus discípulos. Cuando ya no sienta el amor por lo nuevo, por la lectura, por el mejoramiento diario, ese será el indicativo de que llegó el momento de dedicarse a otras actividades.

Profesor: esperamos que siga motivado en su labor, contribuyendo con su trabajo al mejoramiento de la profesión.

Atentamente,

Eduardo Silva Sánchez
Luis Ernesto Blanco Rivero

Eduardo Silva Sánchez
es ingeniero civil de la Universidad Nacional de Colombia. Ha sido representante legal y director ejecutivo de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (Acofi), lector académico y par externo del Consejo Nacional de Acreditación (CNA), así como conferencista en diversos encuentros nacionales e internacionales.

Es coautor del libro *Tres momentos del compromiso docente en ingeniería. Análisis crítico de la experiencia colombiana.*

En la Escuela Colombiana de Ingeniería se ha desempeñado como secretario general, rector y director de Ciencias Básicas, y en la actualidad es profesor titular de la institución.

Este libro se concibió específicamente, como una guía para los ingenieros y profesores egresados de otras carreras que inician una nueva profesión: profesor de ingeniería.

La ingeniería, como parte del conocimiento científico, tiene un método especial que permite aglutinar sus distintas especialidades, y precisamente por esto a lo largo del libro se destaca su especificidad. Sin embargo, los principios, estrategias y técnicas didácticas, mencionados en esta obra, son aplicables a cualquier otra profesión.

Los ingenieros que se convierten en profesores descubren, al iniciar sus clases, que hay muchos aspectos de la docencia que desconocen porque carecen de la formación pedagógica adecuada, momento en el cual toman conciencia de la necesidad de prepararse como educadores. A ellos están dirigidas estas líneas.

Por otra parte, los profesores que no son ingenieros y que se enfrentan a estudiantes de ingeniería con motivaciones especiales y orientaciones muy notorias hacia lo práctico, hacia la experimentación y a la acción, encontrarán también en este texto ideas prácticas para planear mejor sus clases y así incentivar a sus alumnos.

El contenido del libro se centra en tres momentos especiales de la acción educativa: planeación, desarrollo y evaluación. El lector hallará algunos conceptos que le ayudarán a entender el papel del profesor dentro de la dinámica curricular, para planear cuidadosamente los programas de sus asignaturas, para preparar sus clases y para evaluar los objetivos planteados, así como el nivel de aprendizaje de sus estudiantes.

LEE
LEMOINE
EDITORES
www.LemoineEditores.com

ACOFI
ASOCIACIÓN COLOMBIANA
DE FACULTADES DE INGENIERÍA

ISBN: 978-958-98664-2-9