

# La Integración de los Estudios Generales en la Enseñanza de las Ingenierías

*José Rafael Jiménez Guzmán*

## 1. Introducción

Los estudios generales tienen por finalidad aportar una formación académica sistémica e integradora, al proporcionar los conocimientos de las matemáticas, Ciencias Naturales, Humanidades y a la vez inculcar valores personales y sociales lo que permite al futuro egresado una formación interdisciplinaria, con visión de lo que acontece a nivel nacional e internacional.

Los estudios generales cumplen un papel importante en la formación universitaria de los estudiantes de las diferentes ramas de la ingeniería, pues les proporciona una formación interdisciplinaria para aplicarlas en la especialidad escogida y proporcionarle una base para comprender los avances científicos y tecnológicos durante su vida académica y profesional.

## 2. Definiciones de Ingeniería

Benjamin Thompson (Conde de Rumford) en el 1799 definió la ingeniería como: “La aplicación de la *ciencia* a los propósitos comunes de la vida”.

Nathan Washington Dougherty, ingeniero civil y profesor de la Universidad de Tennessee en el 1955 señaló: “El ingeniero es un compuesto... no es un científico, ni matemático ni sociólogo ni escritor; pero debe usar las técnicas y los conocimientos de todas esas disciplinas para resolver los problemas de ingeniería”.

Gordon Brown, decano de Ingeniería del MIT, en el 1962, expresó: “La ingeniería no es solo conocer y estar informado, como una enciclopedia andante; la ingeniería no es simplemente análisis; la ingeniería no es más que la posesión de la capacidad de obtener soluciones elegantes a problemas inexistentes de ingeniería; la ingeniería es practicar el arte de organizar lo que provoca el cambio tecnológico... Los ingenieros trabajan en la interfaz entre la ciencia y la sociedad”.

La Accreditation Board of Engineering and Technology (ABET) señala: “La ingeniería es la profesión mediante la cual se aplican racionalmente los conocimientos de las *matemáticas* y las *ciencias naturales*, adquiridos por el estudio, la experiencia y la práctica, al desarrollo de métodos económicos en la utilización de los materiales y las fuerzas que nos provee la naturaleza para beneficio de la humanidad y protección del ambiente.”

Finalmente, esta fue la respuesta que dio el Astronauta Neil Armstrong para indicar la diferencia entre ingeniería

y ciencia en el Prólogo del libro *A Century of Innovation: Twenty Engineering Achievements that Transformed Our Lives*, escrito por George Constable y Bob Somerville, Joseph Henry Press, Washington, DC (2003):

*La ingeniería es asociada a menudo con la ciencia y eso es comprensible. Ambas hacen uso extensivo de las matemáticas y la ingeniería requiere de una sólida base científica. Sin embargo, como cualquier científico o ingeniero le dirá, son bastante diferentes. La ciencia es una búsqueda de “la verdad por sí misma”, para una comprensión más exacta del mundo natural. Por ejemplo, explica el cambio en la viscosidad de un líquido al variar su temperatura, la liberación de calor cuando se condensa el vapor de agua y el proceso reproductivo de las plantas. Determina la velocidad de la luz. La ingeniería convierte esas explicaciones y entendimientos en máquinas nuevas o mejoradas, nuevas tecnologías, para traer a la realidad esas ideas y soluciones de las necesidades sociales.*

### **3. Antecedentes de los Estudios Generales en la Enseñanza de la Ingeniería en República Dominicana**

Hasta el año 1962, en la República Dominicana solo existía una Facultad de Ingeniería y Arquitectura que pertenecía al único centro de educación superior existente en el país: la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), en la cual solo se impartía la carrera de Ingeniería Civil y en cuya facultad estaba adscrita la carrera de Arquitectura. Las asignaturas correspondientes a los Estudios Generales eran impartidas de manera individual en cada facultad

de la UASD de entonces. Para estudiar ingeniería o arquitectura había que pasar por una especie de “colador” denominado “El Preparatorio”. Allí se impartían asignaturas correspondientes a las matemáticas y ciencias básicas sin el criterio y la filosofía de los estudios generales actuales. Estas asignaturas eran administradas e impartidas por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de entonces y solo asistían los estudiantes a esas dos carreras antes mencionadas. En esa instancia “preparatoria”, el estudiante debía aprobar todas las asignaturas que se le ofrecían en el primer semestre y luego en el segundo para pasar a tomar asignaturas propias de esas carreras. De reprobar por lo menos una de esas asignaturas, debía repetir el semestre el próximo año, con el agravante de repetir también aquellas asignaturas aprobadas. Además no existía el concepto de semestre paralelo.

En el año 1962 se fundó la Universidad Católica Madre y Maestra (UCMM) en Santiago de los Caballeros la cual incorporó desde sus inicios un ciclo básico común para todas las carreras que allí se iban a impartir. En ese proceso se incorporan nuevas carreras de ingeniería previendo el desarrollo socio- económico del país después de la caída de la dictadura trujillista.

En el año 1964, tomando como referencia las modificaciones hechas en muchas universidades centroamericanas, la UASD crea lo que se llamó Colegio Universitario de Estudios Generales (CUEG), donde hubo un cambio radical en la formación primaria de los futuros profesionales de la ingeniería y la arquitectura. En esta nueva instancia se integraban todos los estudiantes a cursar una carrera profesional de las que en ese momento se impartía la

UASD. Esto permitió, además, crear los llamados semestres paralelos, de manera que un estudiante que reprobara alguna asignatura podía continuar sus estudios tomando asignaturas del próximo semestre, incluyendo la o las reprobadas. Lo que sí debía era mantener un índice mínimo para mantenerse como estudiante universitario.

A raíz de la revolución de 1965, y al finalizar las confrontaciones bélicas, el llamado Movimiento Renovador se hace cargo de la dirección de la UASD y el CUEG es modificado en su estructura y su organización adquiriendo el nombre Colegio Universitario (CU). Esta unidad académica tuvo como función primaria paliar las deficiencias que traían los estudiantes desde la secundaria, es decir, que era prácticamente una repetición de los últimos cursos de la educación secundaria.

En el 1966, se crea la Universidad Nacional Pedro Henrique Ureña (UNPHU), donde desde su inicio se emplean los criterios y fundamentos de los estudios generales utilizados en el desaparecido Centro de Estudios Generales (CUEG) de la UASD.

En el 1970 se funda la Universidad Central del Este (UCE), en San Pedro de Macorís, incorporando en las carreras de ingeniería impartidas allí los criterios de los estudios generales.

El Instituto Tecnológico de Santo domingo (INTEC) fue gestado por docentes de la UCMM en el 1971, y en sus orígenes se pensó como un Colegio de Estudios Generales donde se cursarían asignaturas comunes a los primeros años de estudios en las universidades existentes en esa época en el país. También la función básica de este centro académico,

era ayudar a resolver las deficiencias de la formación pre-universitaria. También para cubrir ciertas deficiencias en la formación de profesionales; se establecieron cursos cortos dirigidos a ejecutivos con temas no cubiertos en su preparación universitaria. Estas ideas no llegaron a concretizarse. En sus inicios en la docencia, en el 1972, el INTEC empieza con cursos de postgrados impartidos de manera regular. Pero se ve la necesidad de incluir cursos a nivel de grado.

En el caso de las ingenierías, de esta idea surgen las carreras de ingeniería civil e ingeniería industrial. A raíz de esta etapa del INTEC, se pensó en proporcionar una educación superior diferente, donde se pretendía formar un profesional capaz de responder a las necesidades del país a partir de los adelantos de la Ciencia y la Tecnología.

Desde su inicio en la incursión de las carreras a nivel de grado, el INTEC siempre tuvo presente la importancia de las asignaturas que componen los Estudios Generales. Se inicia con la Facultad de Ciencias y Humanidades, que aunque no administraba carreras, era una instancia donde se le daba al estudiante una formación integral.

Es a partir de la Reforma Curricular del 1981, donde se crean los tres ciclos que componen las carreras ofertadas por el INTEC:

- Ciclo Propedéutico
- Ciclo Formativo
- Ciclo Profesional

## **Ciclo propedéutico**

El Ciclo Propedéutico, que en la Reforma Curricular vigente se denomina como *Ciclo Propedéutico y de Formación General*, es común a todas las carreras ofertadas por el INTEC, donde todos los estudiantes a nivel interdisciplinario interactúan en la actividad de *aprender a aprender, aprender a hacer y aprender a conocer* y a la utilización racional del tiempo y los recursos disponibles.

En este ciclo el estudiante aprende a desarrollar modelos de aprendizaje en niveles educativos de complejidad mayor que en los obtenidos en su educación pre-universitaria.

Este ciclo está conformado por 5 módulos que se desarrollan a lo largo de toda la carrera, es decir, no se concentra solo en los trimestres iniciales, cuyas competencias integran capacidades y atributos necesarios para desarrollar las exigencias del quehacer científico, los principios filosóficos institucionales y el desarrollo del carácter general del futuro egresado y además permite la alfabetización académica.

Estos módulos contemplan parte de las competencias que aportan los Estudios Generales, que son:

- **Inserción a la vida universitaria**

Cocurriculares (arte o deporte)

Electiva medio-ambiental

Electiva socio-humanística

- **Perspectiva Cultural e Histórica**

Electiva histórico-cultural

- **Comunicación y Razonamiento**

Comunicación en Lengua Española

Matemáticas

Lengua Extranjera

- **Investigación**

Quehacer Científico

Este ciclo es administrado por el Área de Ciencias Sociales y Humanidades.

## **Ciclo Formativo**

El Ciclo Formativo el cual también forma parte de los Estudios Generales está orientado a ofrecer una formación básica común por carreras, que en el caso de las ingenierías, confluyen las *matemáticas*, *las ciencias básicas* y las *ciencias aplicadas* propias de cada carrera, propiciando el desarrollo de las habilidades, destrezas y actitudes necesarias para garantizar las bases científicas que requiere un ejercicio profesional actualizado y de calidad.

Este ciclo pretende formar a los futuros profesionales de la ingeniería de manera que puedan aportar con su participación activa en los procesos de cambios científicos y tecnológicos y buscar soluciones alternas a las diferentes situaciones que la vida les plantea. Desde sus inicios en la vida universitaria, se promueve el trabajo en equipo para desarrollar una visión integradora en la solución de los problemas mediante diferentes enfoques. Esto se complementa con actividades de investigación y desarrollo.

Las asignaturas correspondientes a las ciencias básicas (matemáticas y ciencias naturales) son administradas por el Área de Ciencias Básicas y Ambientales y las de ciencias aplicadas por el área de Ingenierías mediante una instancia denominada Ingeniería General.

### **Ciclo Profesional**

En el Ciclo Profesional, se concentran aquellas asignaturas propias de cada carrera, haciendo un uso extensivo de lo aprendido en Matemáticas, Ciencias Básicas y Ciencias Aplicadas.

En resumen, en la actualidad en la República Dominicana existen 18 Instituciones de Estudios Superiores reconocidas por el Ministerio de Educación Superior de Ciencias y Tecnología (MESCyT) que imparten por lo menos una carrera de ingeniería.

Pero ahora nos preguntamos *¿cómo se logran estos objetivos?*

## 4. El Proceso Aprendizaje/Enseñanza

### 4.1 ¿Qué es el aprendizaje?

En sentido resumido, el aprendizaje es el proceso de adquirir:

- I. Nuevas destrezas intelectuales y de conocimiento (**Aprendizaje cognitivo**).
- II. Nuevas destrezas físicas y manuales (**Aprendizaje psicomotor**).
- III. Nuevas respuestas emocionales, actitudes y valores (**Aprendizaje afectivo**).

### 4.2 Aprendizaje Cognitivo

El aprendizaje cognitivo se manifiesta al recordar los conocimientos y la destreza intelectual de alto nivel. Como el adquirir nuevos conocimientos y destreza intelectual es primordial en la educación de la ingeniería, vamos a explorar el proceso con algunos detalles. La taxonomía de los objetivos educativos resulta ser un marco para clasificar los estados de lo que esperamos o pretendemos que los estudiantes aprendan como resultado de la instrucción. Conforme a la Taxonomía de Benjamin Bloom modificada por Anderson y David Krathwohl, se identifican seis niveles de destreza intelectual dentro del dominio cognitivo. El nivel más bajo es el de simple recuerdo o reconocimiento de hechos. El nivel más alto está clasificado como creativo. En el medio están los niveles mentales que son cada vez más complejos y abstractos y se concretizan en los estudios generales.

### 4.3 Niveles de la Destreza Intelectual

- **Recordar** -Recuperar conocimientos de la memoria a largo plazo
  - I. Reconocer
  - II. Recordar
  
- **Comprender** -Construir el significado de mensajes orales, escritos y gráficos.
  - I. Interpretar
  - II. Clasificar
  - III. Resumir
  - IV. Comparar
  - V. Inferir
  - VI. Comparar
  - VII. Explicar
  
- **Aplicar** -Llevar a cabo o usar un procedimiento mediante la ejecución o implementación.
  - I. Ejecutar
  - II. Implantar

- **Analizar** –Abrir un material en sus partes constituyentes; determinar cómo las partes se relacionan entre sí y a una estructura global.
  - I. Diferenciar
  - II. Organizar
  - III. Atribuir
  
- **Evaluar** –Hacer juicios basados en criterios y normas a través de la comprobación y la crítica.
  - I. Comprobar
  - II. Criticar
  
- **Crear** –Poner los elementos entre sí para formar un todo coherente o funcional; reorganización de los elementos en un nuevo patrón o estructura.
  - I. Generar
  - II. Planificar
  - III. Producir

En la secundaria o bachillerato, los estudiantes trabajan en los dos primeros niveles –*recordar y comprender*– para demostrar el dominio de cada asignatura. A menudo ellos

obtienen buenas calificaciones memorizando un material y repitiéndolo luego satisfactoriamente. En la educación universitaria, las expectativas son mayores. Desde su inicio en la universidad, se espera que los estudiantes de ingeniería estén en los niveles 3 y 4 –*aplicar y analizar*– dominando conceptos y aplicándolos para resolver nuevos problemas. Su desempeño será evaluado por su habilidad para aplicar lo que han aprendido en un contexto a nuevos contextos. Probablemente, en los primeros años le requerirán pensar en los niveles 5 y 6 –*evaluar y crear*–, pero el enfoque más fuerte en estos niveles de pensamiento vendrá en sus últimos años de su vida universitaria.

#### **4.4 Aprendizaje Psicomotor**

El aprendizaje psicomotor está demostrado por la coordinación de habilidades físicas –como coordinación, destrezas, manipulación, resistencia y prontitud, por ejemplo; acciones para demostrar habilidades motoras tales como el uso de instrumentos de precisión o herramientas; o acciones que demuestran habilidades motoras brutas como el baile o el desempeño atlético (Co-curriculares). Dentro de la educación en ingeniería como ejemplos de aprendizaje en este dominio pueden incluirse la capacidad en la expresión gráfica, habilidad en el uso de la computadora, funcionamiento de máquinas-herramientas y ciertas habilidades de laboratorio.

## 4.5 Aprendizaje Afectivo

El aprendizaje afectivo se demuestra por los comportamientos que indican actitudes de conciencia, el interés, la atención y la responsabilidad, habilidad para escuchar y responder de forma adecuada cuando interactúa con otros, y la capacidad de demostrar estos valores son apropiados para la prueba de la situación y el campo de estudio. Este dominio se refiere a las emociones, actitudes, apreciaciones y valores, tales como disfrutar, conservar, respetar y apoyar al prójimo.

## 4.6 El aprendizaje Como Proceso de Refuerzo

Hay un principio más general que debe influir en todos los aspectos del proceso de enseñanza-aprendizaje: *El aprendizaje es un proceso de refuerzo.*

El aprendizaje viene de la exposición repetida del material de la asignatura —cuanto más, mucho mejor. Que es a lo que nos referimos con el término “refuerzo”.

Para comprender el concepto el ejemplo de la enseñanza de la mecánica (tema de los estudios generales), que trata sobre el estudio de la fuerza y el movimiento.

La primera experiencia que tiene el estudiante proviene de lo aprendido de la física de la secundaria o bachillerato (*Recordar y entender*). Luego, cuando entra a la universidad tiene varios cursos de física (Ciencias Básicas) (*Recordar, entender y aplicar*), que es el pre-requisito de una asignatura llamada Estática y esta a su vez es pre-requisito de la Dinámica (Ciencias Aplicadas) (*recordar, entender, aplicar*,

Los Estudios Generales:  
una aproximación a la integración de teorías, recursos y experiencias

*analizar y evaluar*): donde ambas constituyen la mecánica en ingeniería. Luego el estudiante las aplicará en asignaturas propias de diseño (*recordar, entender, aplicar, analizar, evaluar y crear*). Si el estudiante está interesado en profundizar sus estudios para comprender mejor este tema puede luego hacer una maestría o incluso un doctorado (Ph.D.).

## **5. Las Tecnologías de la Información y Comunicaciones en los Estudios Generales en Ingeniería**

Las tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) están llamadas a jugar un papel fundamental en el desarrollo de la educación universitaria. De aquí surge lo que se conoce como Instrucción Asistida por el Computador (Computer-Aided Instruction, CAI) donde se incorporan las teorías educativas en los procesos orientados a la construcción del conocimiento. Partiendo de la importancia que estas tienen, tanto la incorporación de las TICs en la acción educativa, como la visión en los procesos de enseñanza/aprendizaje, se requiere llenar rápidamente la brecha que en esta etapa transitoria, se presenta entre las necesidades de interactuar entre una nueva educación y la experiencia alcanzada por los profesores universitarios.

De este modo, la computadora se convierte en más que una herramienta de cálculo; suplementa o reemplaza las formas de instrucción tradicionales. Este fenómeno sugiere el uso de las TICs en las diferentes asignaturas que conforman los Estudios Generales y las subsiguientes, con el fin de garantizar que los docentes en las distintas materias

contribuyan con el objetivo de incrementar su uso por parte de los estudiantes en esta etapa; obviamente, sin olvidar el papel que deben jugar los servicios de las bibliotecas en las universidades. Se han identificado tres modos en el uso del CAI en la enseñanza del estudiante universitario.

### **5.1 Modo Ejercicio y Práctica**

Es un suplemento para la enseñanza tradicional. Al estudiante se le hace una pregunta sobre un problema, este responde y la computadora provee como retroalimentación la respuesta correcta. Este modo es similar a las tareas sobre problemas del libro de texto que luego son verificadas por el docente o el monitor. Tiene la ventaja que la respuesta es instantánea y privada. Las principales desventajas están en que la computadora debe estar siempre disponible y además asegurar el desarrollo de buenos programas (*softwares*).

### **5.2 Modo de Tutoría**

Este modo es más complejo y requiere de programas con niveles superiores que los usados en el modo Ejercicio y Práctica. Contiene material de instrucción y puede llegar a ser un reemplazo de métodos tradicionales como las conferencias o cátedras y los libros de texto. Además debe contener problemas de ejemplos y figuras, preguntas y problemas y dar respuestas más edificantes que las del modo Ejercicio y Práctica. Incluso permite la enseñanza a manera virtual de ciertas asignaturas.

### **5.3 Modo Simulación**

Caen dentro de este modo, los programas clasificados como de simulación que son desarrollados para usos generales. Son desarrollados explícitamente para la docencia y tienen la ventaja de su uso a nivel comercial ya que sus respuestas son bastante realistas por lo que permite su uso por ingenieros en la práctica profesional.

Estos programas permiten realizar prácticas de laboratorio de manera virtual donde el estudiante tiene la oportunidad de cambiar ciertas variables, que en ocasiones no puede realizar en las prácticas de laboratorio tradicional.

Debido a problemas de costos, incompatibilidad de las computadoras por cambios rápidos en el hardware, así como la indiferencia de los docentes a utilizarlos, etc., creemos que esta técnica de enseñanza está limitada a cursos densamente poblados, como los de matemáticas, química, física (ciencias básicas) y cierto cursos de ciencias aplicadas de ingeniería.

La mayor dificultad para la inserción de estos nuevos modelos en la educación universitaria, por lo menos en América Latina, es la poca penetración que hasta el presente han tenido las TICs en el mundo académico.

Un ejemplo de esto es el poco énfasis puesto en dotar al estudiante universitario con estas herramientas, principalmente, en las tecnologías de la información (TI) donde los estudiantes utilizan muy poco las tecnologías de la información para adquirir conocimiento. Sin embargo, observamos que los estudiantes universitarios emplean con

mayor destreza las tecnologías de la comunicación (“chateo”, redes sociales, etc.), introduciendo un nuevo elemento en los fraudes estudiantiles: el fraude electrónico.

A veces utilizamos el término “abismo generacional” para evitar enfrentar el hecho de que los docentes universitarios, si queremos enseñar, tenemos que aprender aquello que pretendemos enseñar. Y creer que los jóvenes lo van a aprender solos, porque “son jóvenes”, esto es tan falso que ahora enseñar con estas nuevas herramientas es igual como lo fue siempre a la hora de enseñar matemáticas, física o estática.

Debemos dejar a un lado el refrán de “cotorra vieja no aprende a hablar”, y utilizarlo como excusa para no enfrentar la dura realidad de que tenemos que involucrarnos con estas tecnologías, si queremos que los estudiantes universitarios comiencen a utilizarlas como fuente de conocimientos, dominarlas y solo entonces transmitirles a ellos para ayudarles en su proceso formativo.

Los procesos educativos que constituyen la formación en los Estudios Generales, deben tener componentes educativos que sustenten la formación integral de los estudiantes, con apoyo en la tecnología y pertinencia de todas las estrategias que en él se desarrollen. Las estrategias metodológicas empleadas por quienes facilitan los procesos de aprendizaje en este período, deben sustentarse en actividades que permitan a los alumnos realizar de manera activa y participativa transferencias de esos conocimientos. Este intercambio de información, propicia la construcción de aprendizajes significativos que van a conformar los futuros

profesionales. Otro ingrediente que se debe enfatizar es el uso de programas (*softwares*) en sus cursos iniciales como herramientas, como por ejemplo, las hojas de cálculo u hojas electrónicas ya que estas incorporan funciones científicas y medios para presentar resultados de forma gráfica y su aprendizaje no es dificultoso. Esto les da la ventaja que pueden usar estos conocimientos en asignaturas posteriores.

#### **5.4 Errores que cometen los Estudiantes de Ingeniería**

El estudio de la ingeniería es un arduo reto, pero muchos tienen la capacidad para vencerlo. Un punto crítico para lograr ese éxito es evitar muchos de los errores que los estudiantes cometen desde el principio. Si los evita es muy probable que sea uno de los muchos que terminan su carrera con éxito. Si no lo hace, aumentará la posibilidad de que no finalice la carrera exitosamente. Por ejemplo, un craso error de los estudiantes es asumir que los estudios de ingeniería serán como los de la escuela secundaria o bachillerato y que las mismas estrategias y enfoques que allí funcionaron también funcionarán en la universidad. En realidad, la gran diferencia se centra en que el ritmo de aprendizaje en la universidad es más rápido y las mayores expectativas para el aprendizaje requieren de nuevas estrategias y habilidades mejoradas en el proceso enseñanza/aprendizaje.

### **6. La parte de la Enseñanza en el proceso Enseñanza/ Aprendizaje**

Muchas escuelas de ingeniería han tomado como base fundamental para lograr estos objetivos, la teoría para

el desarrollo infantil propuesta por el psicólogo suizo Jean Piaget y la “teoría del desarrollo de los estudiantes universitarios” de William G. Perry, Jr. Hasta cierto punto ambas son complementarias ya que ambas discuten cómo aprenden los estudiantes. Estas teorías son importantes ya que hablan de lo que los profesores pueden enseñar a los alumnos y qué se quiere que los alumnos sepan cuando se gradúen. Ambas teorías postulan que los estudiantes no pueden aprender material alguno si no han alcanzado un determinado nivel de desarrollo.

Intentar enseñarles material que los estudiantes no son capaces de aprender conduce a la frustración y la memorización. Esto último debe evitarse en los estudios de ingeniería. Como los estudiantes de ingeniería se vuelven cada vez más heterogéneos, los niveles de desarrollo del estudiante en las aulas se convierten también en algo más heterogéneo. Por lo tanto, es cada vez más importante entender los niveles en que estudiantes diferentes funcionan. Y esta es una de las funciones básicas que proporcionan las asignaturas pertenecientes a los Estudios Generales.

La teoría de Piaget concibe el desarrollo intelectual como algo que ocurre en cuatro períodos o etapas distintos. El desarrollo intelectual es continuo, pero las operaciones intelectuales en los diferentes períodos son claramente diferentes. De ahí es la aplicación de este concepto en el INTEC de los tres ciclos que contemplan esos períodos o etapas, considerando que esas etapas o períodos no terminan bruscamente pudiendo el estudiante mantenerse en dos etapas a la vez (por ejemplo, propedéutico y formativo).

La parte que le corresponde a la enseñanza en este proceso es lograda primeramente mediante cuatro modos de enseñanza:

- Grandes clases o cátedras, en las que un profesor enseña a 100 o más estudiantes (regularmente en una mega-aula).
- Clases pequeñas, donde un profesor le da clases a un grupo de 20 a 30 estudiantes.
- Repetición: lo que implica que un asistente del profesor o monitor repasa el material enseñado y resuelve problemas junto a un pequeño grupo de 10 a 20 estudiantes.
- Tutoría de uno en uno: el tutor (no tiene que ser necesariamente el docente de la clase, pero sí debe ser un par) trabaja con un estudiante a la vez.

Independientemente de sus diferencias, esos cuatro modos de enseñanza tienen una característica común. Envuelve a una persona que tiene el conocimiento de la asignatura (el profesor, monitor o tutor) quien debe comunicar (*enseñar*) a otras personas con menos conocimientos (los estudiantes). Muchas veces esa comunicación va en un solo sentido –del profesor al estudiante.

El profesor es el responsable de ofrecer las oportunidades estimulantes para el aprendizaje utilizando recursos didácticos variados y atractivos, además de estar atento de cada uno/a de sus estudiantes, supervisando el proceso que desarrollan.

Un ambiente de aprendizaje diseñado para fomentar el crecimiento intelectual es el modelo de la *práctica-teoría-práctica* desarrollado por Lee Knefelkamp y que ha sido aplicado en la obra titulada *La educación de la ingeniería*, de Culver (1985). En este modelo de una experiencia concreta (*la práctica*) es utilizada para introducir el concepto. A continuación, se desarrolla la teoría para explicar la experiencia. Por último, la práctica se utiliza de nuevo para reforzar la teoría y proporcionar una extensión a otro material. Para que sea eficaz para producir el desarrollo intelectual, las experiencias y la teoría deben ser comprensibles en la etapa de desarrollo del estudiante, pero la experiencia también debe ser un desafío para el estudiante.

La teoría de Piaget ha tenido un impacto importante en la enseñanza de la ciencia, pero poco impacto en ingeniería. Una posible razón para esta diferencia es que los ingenieros generalmente enseñan solo a ingenieros, mientras que los científicos enseñan para todas las áreas de una universidad.

### **¿Qué esperamos del graduado en ingeniería?**

- Capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- Comprensión de su responsabilidad ética y profesional.
- Habilidad para comunicarse efectivamente.
- Una necesaria educación amplia para comprender el impacto de la ingeniería en un contexto global y social.

Esta lista de atributos proporciona una imagen clara de lo que el estudiante disfrutará en su enseñanza de la ingeniería, lo cual se inicia con los estudios generales. Es decir, cuando termine su carrera de ingeniería, se tendrá los conocimientos, habilidades y actitudes que necesitará para una carrera exitosa y gratificante.

### Referencias bibliográficas

- Beakley, G., & Evans, D. L. & Keats, J. B. (1972). *Engineering: An introduction in a creative profession*. New York: MacMillan.
- Cabral Achecar, Q. (1996). INTEC: Propósitos originales y resultados. En *Jornadas de evaluación institucional*. (p. 43-48). Santo Domingo: Instituto Tecnológico de Santo Domingo.
- Constable, G., &, Somerville, B. (2003). *A century of innovation: Twenty engineering achievements that transformed our lives*. Washington: Joseph Henry Press.
- Instituto Tecnológico de Santo Domingo. (1981). *Documentos 6*. Santo Domingo: Instituto Tecnológico de Santo Domingo.
- Instituto Tecnológico de Santo Domingo. (2012). *Documentos 19*. Santo Domingo: Instituto Tecnológico de Santo Domingo.
- Tapia, L. (1996). Resultados de estudios de grado. En *Jornada de evaluación institucional*. Santo Domingo: Instituto Tecnológico de Santo Domingo.

Wankat, P., & Oreovicz, F. (1993). *Teaching engineering*.  
New York: McGraw-Hill.